De Ingenieur

WEEKBLAD GEWIJD AAN DE TECHNIEK EN AANVERWANTE WETENSCHAPPEN

UIT DE INHOUD

ALGEMEEN GEDEELTE 28:

De Waterweg als Benedenrivier, door dr ir J. van Veen.

International project for flame radiation, door W. Drayer.

TECHN. WETENSCHAP. ONDERZOEK 9:

Symposium terugkoppeling

IV. Positie-sturing als practisch voorbeeld van terugkoppeling, door ir G. Bazuin.

Factoren die de kruip van metalen beïnvloeden, door ir J. J. de Jong.

WERKTUIG- EN SCHEEPSBOUW 6:

Messmethoden und Definition der Oberfläche, von H. Becker.

Ingenieur • Jaargang 64 • No. 28 A. 305-318; O. 89-102; W. 47-54 's-Gravenhage, 11 Juli 1952

SIJAM

ZANDSTRAAL INSTALLATIES

IN ALLE UITVOERINGEN

MET DRUKLUCHT EN VOLGENS
HET DRUKLOZE SYSTEEM

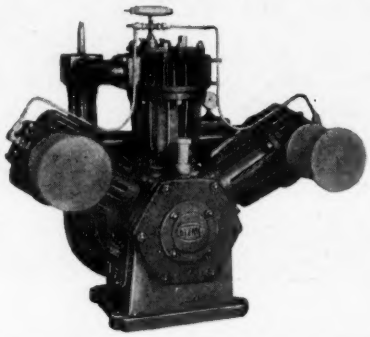
ADVIES
ONTWERP
BOUW

GEHEEL AANGEPAST
AAN UW BEDRIJF

GELEVERD AAN VELE GROTE
NEDERLANDSE INDUSTRIEEN

N.V. MACHINE- EN APPARATENFABRIEK
SIJBRANDIJ — AMSTERDAM (O.)
POLDERWEG 12—14 — TEL. 56391—55497

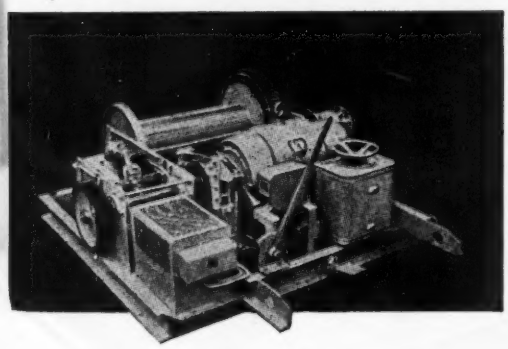
SIJAM



COMPRESSOREN

LUCHT- EN WATERGEKOELD
TOT 250 M³/UUR EN 15 ATO

N.V. MACHINE- EN APPARATENFABRIEK
SIJBRANDIJ — AMSTERDAM (O.)
POLDERWEG 12—14 — TEL. 56391—55497



Montagelieren

Giessen werktuigen
KRIMPEN A/D IJSSEL - HOLLAND

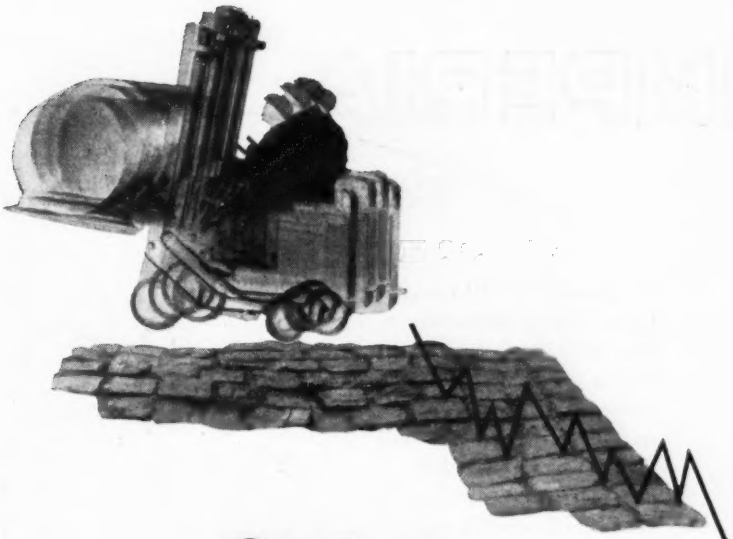
BAKKER RIDDERKERK

★

Scheepsbouwmachines
Gefraisde tandwielen

STAALGIETERIJ

TELEFOON
Rotterdam: 70156
Ridderkerk: 741 (3 lijnen — K 1896)



LIBRA 5109

Elke vloer is nog geen Stelcon WETT. GED. bedrijfsvloer

Wat is er al een geld verknoeid door schade aan rijdend materieel, of aan beschadigde lading en dat alles tengevolge van slechte en (of) slecht gelegde vloeren. Intern bedrijfstransport moet zonder horten en stoten verlopen. Er mag geen stagnatie ontstaan door herhaalde reparaties aan wagens en vloeren. Alleen een snel en soepel transport bevordert de productiviteit. Daarom zijn Stelcon bedrijfsvloeren een vereiste voor de moderne industrie.

sterk - vlak - vlakblijvend

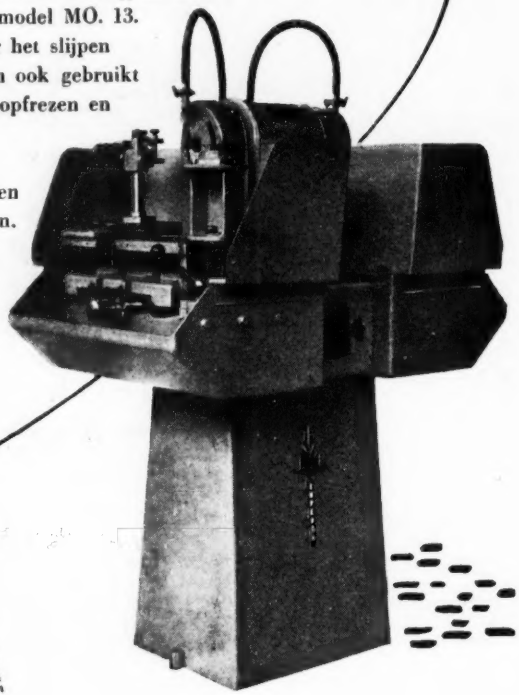
N.V. Betonfabriek **DE METEOOR** De Steeg Tel. Velp. 8302/3344

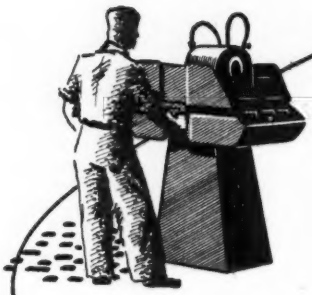
Indonesië: Koopman & Co., Postbox 169, Djakarta - Telefoon: Kota 1363 en 668
Caraïbisch Gebied: Curaçao Trading Company S. A. Willemstad (Curaçao)

IMPERIA

Beitelslijp- en lapmachines

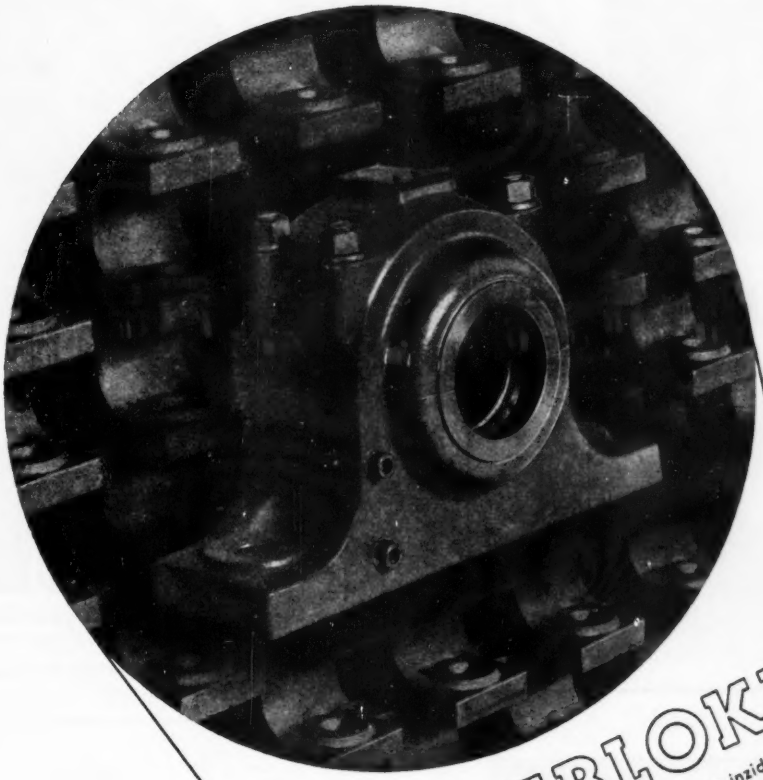
De nieuwe IMPERIA machine voor het slijpen en lappen van hardmetaalbeitels, model MO. 13. Deze machine is geschikt voor het slijpen van de spaanbreekgroef en kan ook gebruikt worden voor het slijpen van kopfrezen en spiraalboren met hardmetaal. Zij kan geleverd worden met gediamanteerde slijpschijven of met carborundum slijpstenen.





n.v. Laagland

(Alleenvertegenwoordigers)
Piekstraat 20, Rotterdam
telefoon 77540 (4 lijnen)
Vertegenwoordiger voor Indonesië:
N.V. v.h. RUHAAK
Soerabaja, Djakarta, Bandoeng, Medan



KW - KUSSENBLOKKEN

Deze volgens de modernste, wetenschappelijke inzichten gebouwde korte glijdlagers met witmetalen loopvlakken en oliecirculatie door vaste midden-oliering, kunnen als dè lagers voor alle doeleinden worden beschouwd. Solide constructie ondanks gering gewicht.

Wij leveren bovendien:

FLENDER TANDWIELKASTEN
overbrengingsverhouding tot 700:1

FLENDER VARIATOREN
voor trappenloze toerenregeling

ALMAR WRIJVINGSKOPPELINGEN
met droge wrijving voor alle vermogens

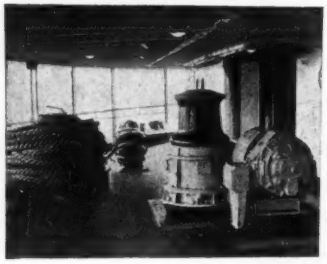
BLAURI-AANDRIJVINGEN
ruimte- en krachtbesparend

EFKA-VEERSPANROLLEN
verbeteren elke aandrijving met vlakke riem

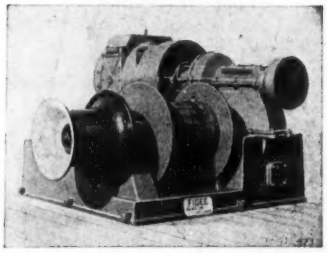
VLAKKE- EN GROEFSCHIJVEN
levering uit voorraad en op bestelling

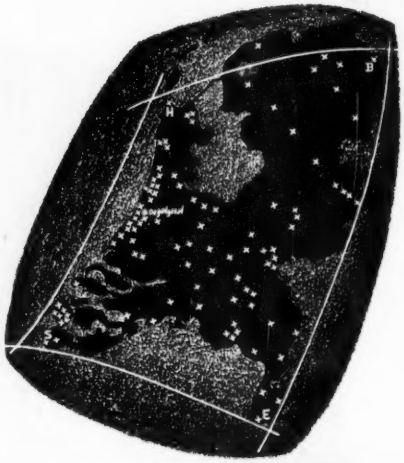
Mulder

VOOR AANDRIJVING · INGENIEURSBUREAU · DEN HAAG · BEZUIDENHOUT 217 · TELEFOON 720784



DEKWERKTUIGEN FIGEE - HAARLEM





Van Sluis tot den Helder, van Beerta tot Eijsden werd door het IBB in ca. 100 gemeenten gebouwd.

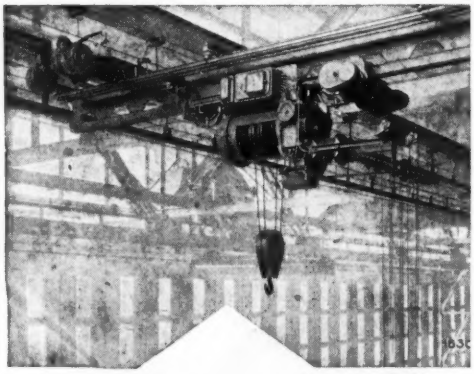
IBB

n.v. Ingenieurs-Bureau voor **Bouwnijverheid**

Oegstgeest tel. Leiden 20341 g

Aannemingsmaatschappij voor bouw- en gewapendbetonwerken

Eigen constructie-bureau voor sterkteberekeningen

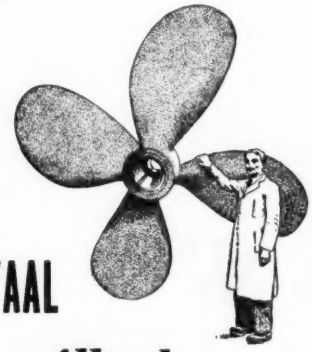


Electro-takels

N.V. MACHINEFABRIEK

Stork Jaffa

UTRECHT



GIETSTAAL

van ***Allard***

Siemens-Martin en Electrostaal

Levering naar tekening of model; bewerkt of onbewerkt.

Gunstige levertijden.

Concurrerende prijzen.

VERTEGENWOORDIGERS

P. C. ANDRÉ DE LA PORTE & CO. N.V.

FLORAPARK 9 - HAARLEM

TELEFOONNUMMER 13890

DE INGENIEUR

WEEKBLAD GEWIJD AAN DE TECHNIEK EN DE ECONOMIE VAN OPENBARE WERKEN EN NIJVERHEID
ORGAAN VAN HET KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS
EN VAN DE VERENIGING VAN DELFTSE INGENIEURS

COMMISSIE VAN TOEZICHT: Ir J. M. VERFF, Voorz. / Ir H. J. F. ECKENHUIJSEN SMIT, Secr. / Prof. ir C. M. VAN WIJNGAARDEN
VERANTWOORDELIJK HOOFDREDACTEUR: Ir H. SANGSTER.
REDACTIE-ADRES (Tevens voor adreswijzigingen): PRINSESSEGRACHT 23 / 's-GRAVENHAGE TELEFOON 184542
Het K.I.v.I. en de V.v.D.I. stellen zich niet verantwoordelijk voor de denkbeelden in de onderscheiden bijdragen ontwikkeld
Abonnementen en advertentiën: N.V. A. OOSTHOEK'S UITG. MIJ. DOMSTRAAT 1-3, UTRECHT, TELEFOON 19547. Giro 35973
Abonnementsprijs f 36,- p.j. / Buitenland f 39,25 Losse nrs. f 1,- Advertenties f 0,46 per mm per kolom van ¼ der pag. breedte / Contract Speciaal Tarief.

A. ALGEMEEN GEDEELTE 28.

De Waterweg als Benedenrivier [1)]

door dr ir J. VAN VEEN

Summary: *The Rotterdam Waterway considered as a river mouth.*

CALAND's idea was to attract water masses that those might scour the bottom of the Waterway. These water masses were partly fresh, partly salt. Notwithstanding a great increase of discharge of fresh water since 1885, salinity crept upwards, even past Rotterdam, causing damage to horticulture and other interests.

A marked increase in salinity occurred in the period 1930—1934, when the Old Maas was dredged to be made a shipway for sea-going vessels. Still, this deepening of the Old Maas caused only small changes in the tidal currents. There seems to be little direct relation between tidal water quantities and salinity, but much between mixing and salinity. The theory of the *mixing* of fresh and salt water should be better understood. Open harbours in the brackish reaches, the „underflood" and the turbulence caused by ships and groynes cause mixing. Mathematicians of the Rijkswaterstaat try to found a theory of mixing in tidal rivers.

Since 1945 excess salination has been noticed in the open harbours along the Waterway. The cause of this is studied jointly by the Rotterdam Harbour Board and the Rijkswaterstaat. There may be some relation between the increases in salinity and siltation in those harbours.

As two of the four Rhine mouths are closed by dams now (IJsselmeer in 1932, Brielse Maas in 1950) the development may be such that the artificial one, the Waterway, may remain to be the only open Rhine mouth of the future. In this mouth the salinity and sea-silt might be pushed back to some extent with the pressure of the fresh upperwater, but it is not at all certain whether this idea shall be followed up or not.

Toen CALAND zijn idee van de doorgraving door de Hoek opperde, was de noordelijke tak der Benedenrivieren nog slechts een laatste restje van een vroeger veel machtiger zeegat. De grenzen van dat oude brede zeegat lieten wij afprikken; het ging daarbij speciaal om de ligging van de grens van het veen op 1 à 3 meter diepte (fig. 1).

Voorne-Putten vertoonde een vrijwel ongebroken veendek, het Westland bleek een grote geul te hebben bezeten die met een boog via Naaldwijk en Delft reikte tot in het hart der Zuidhollandse venen. De oude Maas was via Oud-Beyerland, Westmaas, Maasdam en 's-Gravendeel ook nog verder oostwaarts door het Dordtse eiland te volgen. Het oude Helinium was dus in Romeinse tijd of nog iets later tussen Brielle en Maassluis ongeveer 4 km breed geweest, d.w.z. een zeegat van de orde van grootte als het Haringvliet. Het Helinium was, zoals bekend, zowel de mond van de Maas als van de Waal, „Merwede", Hollandse IJssel, Striene en Bernisse. De inham naar Delft was reeds in vóór-Romeinse tijd volgeslibd, evenals die bij Maassluis. Terloops wordt hier medegedeeld dat de tuinbouw in het Westland slechts uitgeoefend kan worden op de aanslibbingen in en van die oude geulen. De Stichting voor Bodemkartering heeft hier nog niet zo heel lang geleden prachtige kaarten van gemaakt.

Dat het Haringvliet nog vrij laat niet bestond, volgt uit de oude benaming „Westvoorne" voor Goeree en uit de Z.N.-strekking van de Bernisse, het water dat Voorne van Putten scheidt. Toen het Haringvliet bij een doorbraak der oude Voornse duinen ontstond en verbinding kreeg met de Rijn en de Maas, kon de oude Maasmond dichtslibben. De stroom-

Fig. 1. De Maasmond en diens oude stroomgeulen, zoals zij in de veenlaag op 1 à 3 m diepte geconstateerd werden. De geulen naar Delft en bij Maassluis waren in voor-Romeinse tijd reeds opgeslibd.

[1)] Voordracht gehouden voor het Koninklijk Instituut van Ingenieurs op 29 Mei te Rotterdam ter gelegenheid van de Caland-herdenking.

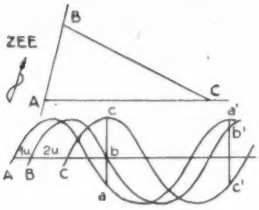


Fig. 2. Schema ter verklaring van de „linkse neiging" onzer rivier-monden en zeegaten.

richting van de jonge benedenrivier het Spui ging vrijwel Oost-West, dus dwars op en door de Bernisse lopen; die Bernisse moet daarbij een wantij geworden zijn en slibde zoals bekend nagenoeg geheel vol. Later herhaalde zich ditzelfde verder landwaarts, toen de N.Z.-lopende Kil ontstond, die dwars door de oude loop van de Oude Maas ging lopen. Het jonge Haringvliet—Hollands Diep nam de rol van het Helinium allengs over en het laatste verzandde, vooral na 1421, door de vorming van de Killen bij Dordrecht-Werkendam steeds meer. Deze St Elizabethsvloed deed de balans geheel ten gunste van het Haringvliet doorslaan.

Had men de natuur haar gang laten gaan, dan was op den duur de mond bij Brielle vermoedelijk wel met een duinenrij bezegeld geworden, want het jonge Haringvliet was ook hydrologisch in het voordeel, daar het zuidelijker lag en de vloedgolf uit het zuiden komt. Aan de hand van een eenvoudige redenering kan men dit gemakkelijk aantonen. (fig. 2).

Zij de looptijd van de getijgolf in zee langs de kust van A (mond Haringvliet) tot B (mond bij Brielle) ongeveer 1 uur en de amplituden voor beide punten even groot. Zij voorts in het punt van samenkomst C (Dordrecht b.v.) het getij 3 uren later dan te A.

Leest men nu de vervallen af, b.v. op een verticaal in het ebgedeelte, dan volgt daaruit dat *ac* groter is dan *bc*. M.a.w.: gesteld dat de lengten AC en BC ongeveer gelijk zijn, dan is het eb-verhang op de zuidelijke tak AC aanzienlijk groter dan op de noordelijke tak. Er heersen dus naar verhouding sterkere ebstromen op de zuidelijke tak. Neemt men een verticaal in het vloedgedeelte, dan vindt men hetzelfde, nl. $a'c' > b'c'$, dus ook grotere vloedsnelheden op de zuidelijke tak. Hoewel dit terwille van de eenvoud erg schematisch is aangeduid, is het beginsel ervan juist en gemakkelijk voor berekening vatbaar. Tijrivieren willen stromen naar de richting van waar de vloedgolf komt. Zij willen niet alleen een vloedscheppende mond hebben, maar hebben ook de neiging hun mond in de richting te verplaatsen vanwaar de vloedgolf komt.

Gesteld dat het proces der aanzanding van het oude Helinium zo volledig was geworden als die van de mond van de Oude Rijn bij Katwijk (die blijkens een soortgelijke afprikking een kilometer of drie breed geweest is, zie fig. 3), dan had de kom bij Rotterdam-Krimpen, dus de Nieuwe Maas-Lek-Holl. IJssel, via de Noord-Kil en via het Spui gevuld en geledigd moeten worden. Dit zou niet plotseling zijn gebeurd, want het gat bij Oostvoorne was zelfs in 1870, d.i. 450 jaar na de St Elizabethsvloed, nog lang niet dicht; het zou daarna misschien nog wel enige eeuwen hebben geduurd. De Maasmond zou echter vermoedelijk de Rijnmond bij Katwijk zijn gevolgd en dezelfde soort moeilijkheden, die men in de vroege middeleeuwen langs de Oude Rijn met de afwatering had ondervonden — en die eindelijk de oprichting van het Waterschap Rijnland in 1286 tengevolge hadden — zou men ook moeten verwachten bij het langzame verdwijnen van de Maasmond. De duinenrij tussen Oostvoorne en de Beer zou misschien omstreeks het jaar 2100 gesloten geweest zijn en de kust zou er dan „glad" en recht geweest zijn als te Katwijk. Het Voornse kanaal was daarbij allicht een der hoofdafwateringen van Zuid-Holland geworden.

CALAND, hoewel de grote scheepvaartbelangen op het oog hebbend, heeft de ontwatering van Zuid-Holland voor die grote wijziging behoed door de oude Maasmond tot nieuw leven te brengen. De land- en tuinbouw voeren er wat dat betreft wel bij. Van de andere kant hadden zij er ook nadeel van, daar het zoute water verder landwaarts kwam. De bevordering der scheepvaart was uiteraard ook van belang voor het tuinbouwgebied, daar nu een zeer goede gelegenheid werd geschapen voor het verschepen van tuinbouwproducten naar Engeland. Anders hadden de producten via Scheveningen of Hellevoetsluis of via een eigen dure haven verscheept moeten worden. Het dagelijks L.W. kwam zelfs op de rivieren boven Maassluis lager te liggen, zodat de waterstanden in de sloten van Rijnland, IJsselmonde en in Schieland beter of goedkoper geregeld konden worden. Alles met alles had de land- en tuinbouw dus naast de nadelen van het zout nog vrij wat voordelen.

Niet alleen de noordelijke tak, doch het gehele benedenrivieren-stelsel werd door CALAND's werk sterk beïnvloed. De hoeveelheid Rijnwater, die door de mond bij Hoek van Holland tot afstroming komt, is sterk toegenomen en bedraagt thans ongeveer 42%, d.i. bijna even veel als door het Haringvliet tot afstroming geraakt ($\pm$ 48%). De rest of $\pm$ 10% gaat via de IJssel en het IJsselmeer. De functie van de noordelijke tak der benedenrivieren als voorname afvoerweg van Rijnwater is dus gedeeltelijk hersteld. De breedte van de Waterweg kan niet worden vergeleken met die van het Haringvliet, maar desondanks gaat er veel opperwater door; per eenheid van breedte ongeveer 7 malen meer. Dit wil niet zeggen dat de Waterweg zoveel dieper is dan het Haringvliet, doch wel dat de Waterweg verhoudingsgewijs een gemakkelijke afvoerweg is voor het Rijnwater. Fig. 4 geeft een overzicht van de opperwaterverdeling over de benedenrivieren onder de huidige normale omstandigheden.

Dat de Waterweg een relatief hoog aandeel heeft in de afvoer van opperwater, volgt ook nog uit de figuren 5*a*, *b*, *c* en *d*, die aangeven welke afstanden een deeltje Rijnwater aflegt in één dag.

Bij normale afvoeren legt zo'n deeltje Rijnwater de afstand van Krimpen a/d Lek tot de Hoek af in 3 dagen, d.i. met een snelheid van ongeveer 13 km per dag. Op het Haringvliet bewesten Tien Gemeten is dit $\pm$ 6 km per dag.

Bij grote afvoeren te Lobith van 10.000 m^3/sec en de Maasafvoeren navenant, is deze afstand voor de Waterweg $\pm$2,3 km per uur, voor het Haringvliet $\pm$ 1 km per uur.

Bij de minimum afvoeren van 592 m^3/sec is het voor de Waterweg nog altijd 7 km per dag, voor het Haringvliet echter slechts 0,5 km per dag.

Hieruit zou men geneigd zijn een zekere verziltingsfactor voor elke rivier te bepalen, redenerende dat b.v. bij de geringe dagelijkse voortschrijding van een zoetwaterdeeltje op het Haringvliet een grote menging van zoet- en zoutwater moet behoren. Immers wat komt er nog van de beslotenheid van een zoetwaterhoeveelheid terecht, wanneer zij 97 dagen nodig heeft om van Moerdijk tot de Zwarte Hoek van Voorne te stromen! De vloedweg is er bij lage afvoeren gemiddeld ongeveer 18.000 m per getij, de ebweg 18.500 m en het gemiddeld verschil tussen vloedweg en ebweg is naar verhouding zo gering, dat er noodzakelijk een grote menging op het Haringvliet moet plaats hebben. Ergens in een dwarsprofiel overheerst dan de vloed en ergens overheerst de eb, en dit tezamen met de turbulentie geeft de menging.

Op de Waterweg is de verhouding tussen ebweg en vloedweg veel gunstiger; bij de minimum afvoeren ongeveer 27 km : 20 km. Hoewel in een dwarsprofiel de theoretische ebweg dus vrij veel groter blijft dan de vloedweg, is ook de Waterweg niet vrij van grote menging, want hier overheerst de vloed bij de bodem. In tijden van minimum rivierafvoer en andere bijzonder slechte omstandigheden komt de zoutgrens (van 300 mg *Cl/l*) daardoor en ook door andere mengingsoorzaken op de noordelijke tak (Waterweg-Lek) toch nog 40 km het land in, d.i. voorbij Krimpen a/d Lek.

Op de zuidelijke tak komt die zoutgrens van 300 mg per liter in die slechte omstandigheden bij Keizersveer, ongeveer 65 km landwaarts van de mond. Dit is weliswaar 25 km verder dan op de noordelijke tak, doch de slechte verhouding tussen vloedweg en ebweg op het Haringvliet—Hollands Diep zou een groter verschil doen verwachten en men mag ook niet een factor vergeten, die voor het Zuiden van groot belang is, nl. dat het Volkerak vooral in droge tijden een zoutwater aanvoerende rivier is, die het Haringvliet als het ware in de rug aanvalt.

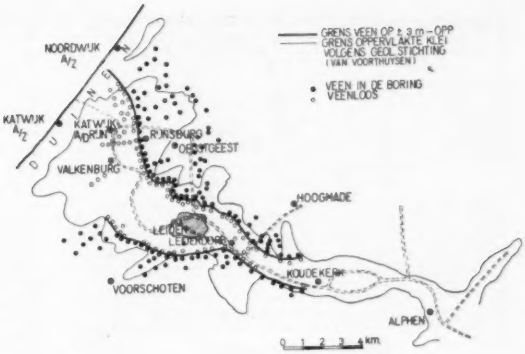


Fig. 3. De Rijnmond bij Katwijk, zoals die volgens de boringen blijkt te zijn geweest.

Fig. 4. De huidige opperwaterverdeling (1952) bij gemiddelde rivierafvoeren in de verschillende takken der benedenrivieren.

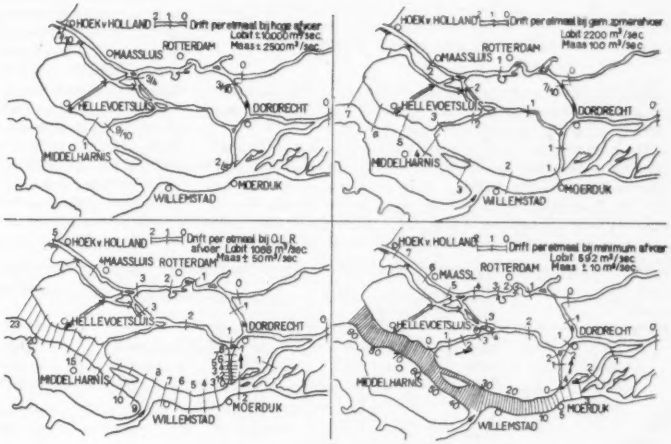


Fig. 5 *a*, *b*, *c* en *d*. De afstanden die door een denkbeeldig waterdeeltje per dag worden afgelegd bij hoge afvoeren, gemiddelde zomerafvoeren, O.L.R.-afvoeren en minimale afvoeren van de Rijn en de Maas.

Het Volkerak is nl. geen Rijnarm meer, er komt daar geen zoetwater tot afvoer. In tegendeel, er komt zeewater uit het westen via het Volkerak op het Haringvliet, vooral in droge tijden. Vandaar ook dat de zuidelijke oever van het Hollands Diep belangrijk zouter water heeft dan de noordelijke. Het Vuile Gat (benoorden Tien Gemeten) voert daarom ook zoeter water af dan het Haringvliet bezuiden Tien Gemeten.

Hetzelfde overwicht uit het zuiden valt in tijden van geringe rivierafvoeren op te merken bij de Kil en bij het Spui. Deze vallen dan de Oude Maas in de rug aan, doordat Kil zowel als Spui „omkeren". Er is steeds een druk uit het zuiden merkbaar, die tegen de druk uit het noordoosten (opperwater) werkt. De druk uit het zuiden zou men „getijdruk" kunnen noemen, een druk min of meer gelijkend op die, welke bij golven het water het strand op voert. Als de opperwaterafvoer gering is, kan die getijdruk een slechte invloed uitoefenen. Het Zijpe voert ook zout water naar het noorden, vermoedelijk zelfs als de Rijn en de Maas veel afvoeren; het Volkerak bijna steeds, slechts bij de maximaal hoge Rijnstanden, die betrekkelijk kort duren, niet. De Kil en het Spui voeren niet eerder enig zout naar het noorden dan wanneer de Rijn zijn minimale stand nadert.

Liggen de redenen dat het Haringvliet—Hollands Diep gemakkelijk verzilt (onregelmatige, naar verhouding veel te ruime dwarsprofielen, Volkerak een zoutwater aanvoerende rivier) dus voor de hand, voor de Waterweg zijn de oorzaken van verzilting anders. De profielen van de Waterweg zijn weliswaar vrij regelmatig, er is geen zijdelingse injectie van veel zout water en de gemiddelde ebweg overheerst de vloedweg

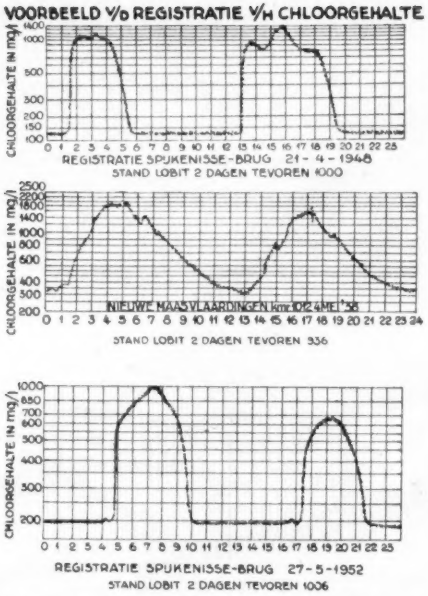


Fig. 6. Voorbeelden van Chloorgehalte-registraties in de Oude Maas (Spijkenisse) en in de Nieuwe Maas (Vlaardingen). Men lette op de scherpe overgangen tussen zoet- en brakwater op de Oude Maas. De top der zoutregistrering op de Oude Maas is na de afdamming van de Botlek rustiger geworden. Op de Nieuwe Maas zijn geen scherpe zoutgrenzen.

belangrijk, de verzilting van de Waterweg geschiedt echter vooral door oorzaken, verband houdende met de *ondervloed*, door de *open havens* en door de *scheepvaart*.

Door het strijken van het zoete, lichtere water over de zoutwig, die op de bodem van de Waterweg ligt, ontstaat door menging veel brak water. Nabij de bodem van het zeewaartse deel van de Waterweg overheerst de vloed boven de eb. Wat de open havens betreft, verdringt het brakke water het zoete water in die havens tegen het tijdstip van H.W. en nog lang daarna. Bij L.W. en daarna stroomt dit brakke water weer uit die havens. Vervolgens komt de nieuwe vloed in de rivier dit brakke water meenemen tot bij Rotterdam.

Havens in het riviergedeelte, waar elk getij grote zoutgehaltewisselingen optreden, zijn dus oorzaak van een brakwatervorming (of menging). De snelheden in de monden van die brakwater-havens ten gevolge van de s.g.-verschillen kunnen gemakkelijk 0,30 à 0,50 m/sec bedragen. De Oude Maas is in deze zin ook als een grote open haven te beschouwen.

Hoe sterk die brakwater-vorming op de Waterweg wel is, blijkt uit de zoutregistraties, b.v. te Vlaardingen (fig. 6). Tijdens het verloop van het getij verandert dit gehalte op de Waterweg ter plaatse van het registreerapparaat regelmatig. Geen plotselinge overgangen tussen zout en zoet water. Vergelijkt men dit met de registratie van het zout op de Oude Maas bij Spijkenisse, dan ziet men op deze rivier wel scherpe overgangen. Bij vloed veroorzaakt de zoutgrens bij passering een vrijwel verticale lijn en bij de daarna volgende eb is die passeringslijn nog altijd steil. De grenzen tussen zout en zoet verdoezelen op de Oude Maas weinig, op de Waterweg sterk. Op de Oude Maas is slechts weinig brakwater-vorming, op de Waterweg is veel brakwater-vorming. De sluiting van de Botlek in 1950 bracht enige verandering in de top der zoutkrommen zoals zij te Spijkenisse worden geregistreerd, doch de scherpe overgangen bleven.

Menging (brakwater-vorming) is de grote oorzaak van onze zoutlast. Indien er geen menging op de Waterweg was, zou bij Hoek van Holland tegen het eind van de eb de rivier aan de oppervlakte steeds zoet zijn en zou het zout aan de oppervlakte bij H.W. niet verder komen dan ongeveer bij Maassluis.

De zo nadelige menging of brakwatervorming kan slechts weinig beïnvloed worden. Vernauwing van de Waterweg zou gunstig werken, maar hieraan kan niet worden gedacht; minder open havens in het gebied der grote zoutverschillen zou eveneens gunstig zijn, maar uiteraard kan men er niet aan denken de bestaande havens te gaan afsluiten. Een beperking van de scheepvaart is eveneens uitgesloten. Een gladmaking van de oevers, dus de kribben en kribvelden afschaffen, is ook zeer bezwaarlijk. Voorts is er nog het afvoeren van meer opperwater langs Rotterdam, waarover het volgende.

Voor Caland en ook nog voor latere ingenieurs was stroomschuring het doel, want dan behoefde men minder te baggeren. Meer water aantrekken was het middel tot het handhaven van een grote diepe geul, maar helaas was dat middel zout, want men trok het zeewater naar binnen. Men had aanvankelijk slechts één belang op het oog, dat der scheepvaart.

Sinds 1885 namen de gemiddelde stroomhoeveelheden juist beneden de Westgeul ongeveer als volgt toe (fig. 7):

jaar	gemiddeld vloedmaximum	gemiddeld ebmaximum	gemiddeld opperwater per getij	gedeelte van totale Rijnafvoer
1885	2100 m³/sec (= 100)	1670 m³/sec (= 100)	13.600.000 m³ (= 100)	13%
1908	2950 „ (= 140)	2550 „ (= 153)	19.900.000 „ (= 145)	19%
1916	3350 „ (= 162)	3440 „ (= 206)	25.000.000 „ (= 183)	24%
1933	4300 „ (= 215)	4250 „ (= 255)	38.500.000 „ (= 281)	36%
1950*)	4440 „ (= 223)	4930 „ (= 294)	39.500.000 „ (= 288)	38%
1951	5030 „ (= 253)	5350 „ (= 320)	44.000.000 „ (= 321)	42%

*) vóór afdamming Brielse Maas in 1950.

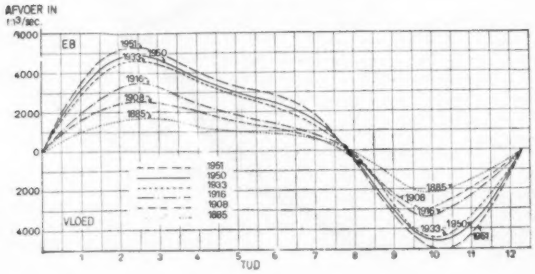


Fig. 7. De vermogens op de Waterweg namen sinds 1885 vrij regelmatig toe, zonder dat de tijdsduren van eb en vloed veel veranderden. Ook de snelheden namen toe, doch in mindere mate, daar de profielen werden verruimd.

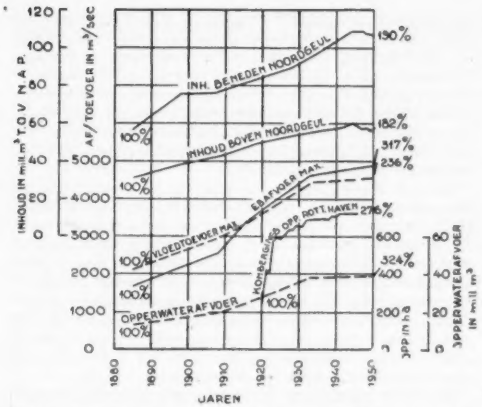


Fig. 8. Grafieken van de inhouden van de Waterweg sinds 1885, van de eb- en vloed-maxima sinds dat jaar en van de toeneming van het havenoppervlak langs de Waterweg sinds 1920.

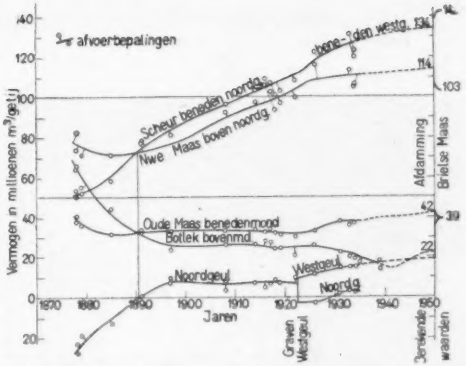


Fig. 9. Grafieken van de veranderingen der vermogens (eb- + vloed-hoeveelheden) van de riviervakken nabij de Oostpunt van Rozenburg sinds 1878.

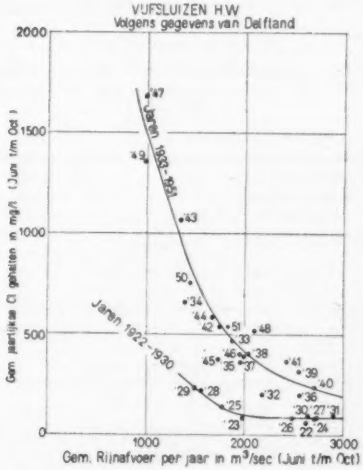


Fig. 10. De jaarlijkse gemiddelden der Chloorgehalten bij L.W. te Maassluis afgezet tegen de jaarlijkse gemiddelde afvoeren van de Rijn, schijnen te duiden op een verandering in het zoutregiem aldaar omstreeks 1930—'34. Of dit regiem na de afdamming van de Botlek (medio 1950) weer veranderd is, valt nog niet te zeggen.

De vloedmaxima namen dus minder toe dan de ebmaxima en de opperwaterafvoeren. Desondanks kwam het zout verder stroomopwaarts, vele kilometers stroomopwaarts zelfs. Is hiervoor een redelijke verklaring te vinden? Beschouwen wij fig. 8.

Sinds 1885 veranderden de inhouden beneden de Noordgeul in de verhouding van 100 tot 190, boven de Noordgeul in de verhouding 100 tot 182. Alles beneden N.A.P. De havenoppervlakten der Gemeente Rotterdam veranderden tussen 1920 en 1946 in de verhouding van 100 tot 276 (van 262 ha tot 722 ha). Hoewel alle op fig. 8 afgebeelde lijnen een opwaartse richting hebben, komen er weinig grote schokken in voor. Ook de grafieken van de stroomhoeveelheden die in de rivieren nabij de Oostpunt van Rozenburg tezamen komen vertonen, behalve in 1950 (afdamming Botlek), geen scherpe overgangen (zie fig. 9). Is de verzilting ook zo geleidelijk geweest?

Beschouwt men fig. 10, waarop de jaarlijkse gemiddelden der Chloorwaarnemingen bij L.W. te Maassluis (sinds 1925) zijn afgebeeld, als functie van de gemiddelde jaarlijkse Rijnafvoeren, dan vindt men een opmerkelijk verschil vóór en ná de periode 1930—'34. In de jaren 1925—'29 (vóór 1925 heeft men er geen zeer betrouwbare Chloorwaarnemingen) kwam het chloorgehalte te Maassluis bij L.W. en lage Rijnafvoeren van ongeveer 1500 m³/sec niet hoger dan ± 400 mg/l. In de periode na 1934 was dit getal bij Maassluis gestegen tot ongeveer het viervoudige.

Fig. 11, geldende voor de gemiddelde Chloorgehalten bij H.W. gedurende de zomermaanden te Vijfsluizen, toont hetzelfde beeld. Er was dus op de Waterweg wèl een vrij plotselinge verandering in de Chloorgehalten, hoewel er geen plotselinge veranderingen in de stromen en de inhouden beneden NAP en in de havenoppervlakten waren.

Merkwaardig is, dat op de figuren 10 en 11 sinds 1934 geen verdere veranderingen in de gemiddelde *Cl*-gehalten meer zijn te bespeuren. De afdamming van de Botlek (1950) is nog te kort geleden dan dat men de invloed ervan op het *Cl*-gehalte uit deze grafieken zou kunnen aflezen. Ten hoogste vraagt men zich af of te Maassluis de gunstige ligging der punten voor 1950 en 1951 in de toekomst normaal zal blijken. Te Vijfsluizen liggen de gemiddelden (fig. 11) voor de zomers van 1950 en 1951 niet abnormaal.

Op de vraag welke verandering in de jaren 1930—'34 in de benedenrivieren heeft plaats gevonden, denkt men in de eerste plaats aan de Oude Maas verbetering. De gemiddelde vloedhoeveelheden namen hierdoor in de benedenmond van die rivier toe van 12 tot 14 millioen m³, de ebhoeveelheden van 21 tot 24 millioen m³. In verhouding tot de hoeveelheden in de Waterweg juist beneden de Westgeul (in 1934: 44 millioen m³ vloed, 83 millioen m³ eb) is deze toeneming natuurlijk niet groot te noemen — men zie ook de lijnen van fig. 9, waaruit geen grote veranderingen blijken — doch het kan misschien enige nadelige invloed hebben gehad op de *Cl*-gehalten. Het zou de druppel kunnen zijn geweest die de emmer deed overlopen, d.w.z. de betrekkelijk kleine oorzaak die de zoutgrens tot boven de Westgeul, dus tot het grote menggebied der havenbekkens, heeft gebracht. Mogelijk moet men echter in een andere richting zoeken.

Tot in finesses opgelost is deze zoutkwestie nog geenszins, noch ook de slibkwestie. Wat deze slibkwestie betreft, meent men te Rotterdam dat sinds 1945 in de havens aanzienlijk meer gebaggerd moet worden dan vroeger. De vraag is hierbij wat er omstreeks 1945 voor een verandering heeft plaats gehad die deze versterkte aanslibbing zou kunnen verklaren. Voorlopig kan men weinig anders zeggen dan dat sinds dat jaar de baggerwerken op de Waterweg sterk gereduceerd zijn; men zie de grafieken voor de inhouden op fig. 8, die sinds het jaar 1945

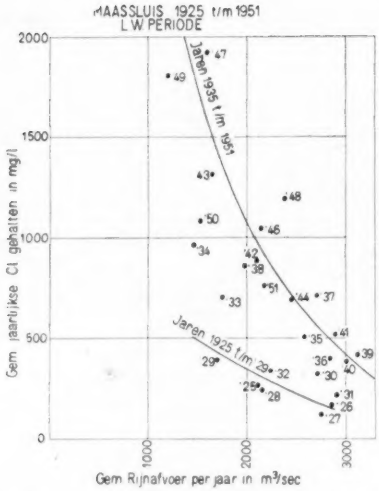


Fig. 11. De zomer-gemiddelden (sinds 1922) der Chloorgehalten bij L.W. te Vijfsluizen geven eenzelfde beeld als dat van fig. 10.

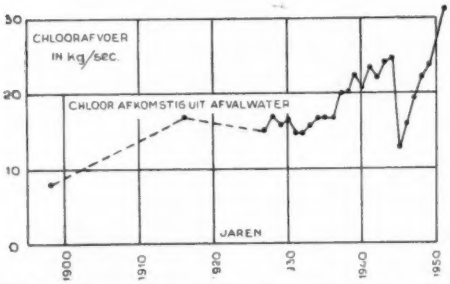


Fig. 12. De toeneming van de Chloorhoeveelheden, die met het afvalwater op de Rijn worden gebracht, is zorgwekkend.

een vrijwel horizontaal verloop hebben. Een verband tussen het niet baggeren op de Waterweg en het veel baggeren in de havens lijkt problematisch. Eerder zou men een verband willen zoeken tussen veel slib en veel zout. De vraag of er verband bestaat tussen het *Cl*-gehalte op de rivier en de aanslibbingen in de havens langs de Waterweg is nog in studie. Oppervlakkig beschouwd zou men, indien er een dergelijk verband aanwezig was, de vermeerderde aanslibbing reeds sinds 1934 moeten hebben gemerkt.

De Waterweg heeft dus nog geheimen en wij zouden deze feitelijk moeten kennen, voordat men de volgende grote werken in dit gebied gaat maken. Vandaar dat getracht wordt kleine veranderingen in het Chloorregiem, als de afdamming van de Botlek heeft gebracht, thans met grote nauwkeurigheid op te sporen en dat onze wiskundigen bezig zijn de zoutmenging met behulp van ingewikkelde formules te benaderen.

Een niet prettige omstandigheid is dat het Rijnwater zelf erg verzout (fig. 12) ten gevolge van het afvalwater uit Duitsland en Frankrijk. Sinds 1898 vermeerderde de afvoer van Chloor op de Rijn van ongeveer 8 kg tot ongeveer 32 kg per seconde. Vooral na 1945 neemt deze verzilting toe, doch zij heeft nog niet de bekende grens van 300 mg *Cl*/liter overschreden. Mocht er echter weer een droge zomer komen zoals die van 1947 of 1949, dan zal een overschrijding van die grens vermoedelijk wel plaats hebben. Zorgelijk is ook het toenemen van het aantal bacteriën in het Rijnwater en het verdwijnen van vissoorten als zalm en fint. Vooral de Waterweg is zeer vervuild. Niet onmogelijk is het dat door de nieuwe Amerikaanse vinding, waarbij met behulp van een electrisch membraan het zout wordt afgescheiden, het Rijnwater toch nog bruikbaar voor onze vele doeleinden gemaakt kan worden.

Dat een dergelijke grote ingrijping als de vorming van de Waterweg een zich aanpassen betekende, ligt voor de hand. Sinds 1880 gaat het proces van het steeds meer overheersen van het Haringvliet weer in een andere richting: de Maasmond is bezig zijn concurrent het Haringvliet voorbij te streven. Hoe de ontwikkeling zich verder zal doen gelden is niet te zeggen, o.a. omdat vele niet-hydraulische belangen een rol spelen. CALAND dacht nog vrijwel uitsluitend aan de scheepvaart en de hydraulica. Wij moeten *alle* belangen zien, socio-economische zowel als technische en niet alleen de waterbeweging, maar ook de zout-, zand- en slibbewegingen.

Alle grote belangen in het deltagebied behoeven à priori niet tegenstrijdig te worden geacht, doch het vereist veel studie ze te coördineren op zodanige wijze dat iedereen, voor zover mogelijk, tevreden is gesteld.

Twee algemene richtlijnen schijnen wel vrij zeker om in de toekomst op te kunnen bouwen:

1e. De in Nederland beschikbare zoetwater-hoeveelheid is in droge tijden onvoldoende, m.a.w. er vloeit te veel zoetwater ongebruikt in zee.

2e. Het hebben van een 14-tal zeegaten, waarvan 4 Rijnmonden (brak) en 10 volledig zoute, zoals wij die voor kort hadden, was een overdaad, die wij ons niet meer konden veroorloven.

Van de 4 Rijnmonden hebben wij er nu twee beteugeld: de Gelderse IJssel in 1932 (Zuiderzee) en de Brielse Maas in 1950. De Waterweg moet open blijven ter wille van de scheepvaart. Het ligt misschien in de lijn van onze ontwikkeling, dat deze kunstmatige opening in de toekomst de enige open Rijnmond zal worden. CALAND zou dan in zijn vuistje lachen, want zijn idee was om veel water door zijn nieuwe mond te voeren, om meer uitschuring te verkrijgen.

Hoe de verdere loop ook zal zijn van hetgeen Caland met zijn Waterweg aan het rollen heeft gebracht, onoverkomelijke problemen als gevolg van zijn daad kunnen wij voor de naaste toekomst toch niet zien.

Uittreksel

Hier wordt de huidige stand van het zout- en slibvraagstuk van de Waterweg behandeld. Niettegenstaande een sterke toeneming van de zoetwaterafvoer door de Waterweg van 1885 tot 1945, namen de zoutgehalten op die rivier toe en kwam de zoutgrens vooral in de droge jaren 1947 en 1949 tot boven Rotterdam. Daarna schijnt de toestand niet slechter te worden. Of de versterkte aanslibbing in de Rotterdamse havens, die vooral sinds de laatste oorlog te bemerken is, verband houdt met de toeneming van het zoutgehalte van 20 jaar geleden, maakt nog een punt van onderzoek uit.

Niet zozeer de met het getij heen en weer stromende waterhoeveelheden schijnen van belang dan wel de menging. Het mengingsvraagstuk en ook het daarmee verwante probleem der aanslibbingen in de Rotterdamse havens worden thans door de Rijkswaterstaatsdienst in samenwerking met de Gemeente Rotterdam nader bestudeerd.

De wiskundigen van de Waterstaat ontwikkelden formules voor de menging van zout en zoet water tengevolge van turbulente stroming.

De opperwaterafvoer heeft zeker invloed op de ligging van de zoutgrens op de Waterweg, indien althans de toestanden hier niet door baggeren e.d. gewijzigd worden. Sinds 1945 nemen de inhouden van de Waterweg niet toe, omdat er minder in wordt gebaggerd.

International project for flame radiation

door W. DRAYER

Sedert het begin van 1949 worden op de terreinen van de Koninklijke Nederlandse Hoogovens en Staalfabrieken te IJmuiden in internationaal verband onderzoekingen verricht omtrent de stralende eigenschappen van vlammen. Het betreft onderzoekingen op grote schaal, waartoe gebruik wordt gemaakt van een grote beproevingsoven, welke speciaal voor dit doel werd ontworpen. Het speurwerk wordt uitgevoerd door een team, samengesteld uit Franse, Nederlandse, Zweedse en Britse ingenieurs en wetenschappelijke onderzoekers, onder de auspiciën van nationale commissies in de deelnemende landen. Afgevaardigden van deze nationale commissies hebben zitting in een overkoepelend orgaan, het Joint International Committee, onder voorzitterschap van prof. G. H. RIBAUD van de Gaz de France. De voorzitter en afgevaardigde van de Britse commissie is prof. O. A. SAUNDERS van het Imperial College of Science and Technolgy, van de Franse Commissie de heer H. MALCOR, president van de I.R.S.I.D. en van de Zweedse commissie prof. O. G. HAMMAR van het Chalmers Institute of Technology. De Nederlandse afgevaardigde, prof. J. E. DE GRAAF, buitengewoon hoogleraar aan de T.H. en leider van de research afdeling van de K.N.H.S. heeft de directe leiding van de onderzoekingen in IJmuiden. Kortelings hebben ook de U.S.A. zich aangesloten bij deze organisatie; ook daar zal binnenkort een nationale commissie gevormd worden.

Met deze onderzoekingen is jaarlijks een bedrag van ongeveer *f* 300.000,— gemoeid, hetwelk wordt opgebracht door de belanghebbende maatschappijen en research-instellingen in de deelnemende landen. Tot de belanghebbenden kunnen o.m. worden gerekend:
De ijzer- en staalindustrie, de glasindustrie, de cementindustrie, de olie-industrie, de gasfabrieken en de fabrieken van ketels, ovens enz. Tegelijkertijd met de metingen op grote schaal te IJmuiden worden op kleinere schaal in het Laboratorium van de Kon. Shell te Delft en sinds kort ook in de laboratoria van de Gaz de France te Parijs gelijksoortige onderzoekingen verricht. In Engeland is, eveneens op kleine schaal, speurwerk verricht aan modelovens door de United Steel Companies Ltd. en door de BISRA.

Teneinde aan de aard en de stand van dit gezamenlijke speurwerk in ruimere kring bekendheid te geven, organiseerde het Joint Committee een bijeenkomst van vertegenwoordigers van de technische pers uit verschillende landen. Deze bijeenkomst vond 13 Juni plaats op de terreinen van de K.N.H.S. te IJmuiden, nadat de avond tevoren in het Lido te Amsterdam een diner werd aangeboden ter wederzijdse kennismaking. Uit de tafelredes, die tijdens dit diner werden gehouden door prof. SAUNDERS, de heer MALCOR en prof. DE GRAAF, sprak een geest van oprechte wil tot internationale samenwerking op technisch gebied. Dit bleek in nog sterkere mate in de loop van de volgende dag, tijdens het bezoek aan de proefoven in IJmuiden, toen dieper kon worden ingegaan op de problemen van organisatie en uitvoering van dit belangwekkende onderzoek. Duidelijk kwam hierbij naar voren, dat de basis van het werk, n.l. de uitvoering in internationaal verband, tal van ongedachte mogelijkheden bevat, niet alleen op het zuiver technische terrein, doch ook met betrekking tot de menselijke aspecten.

Het hoofddoel van de onderzoekingen is het verhelderen van het inzicht in de stralende eigenschappen van lichtgevende vlammen. Van een niet-lichtgevende vlam kan met redelijke nauwkeurigheid een oordeel over de warmteoverdracht door straling worden gevormd, daar deze grotendeels afhankelijk is van het gehalte aan CO_2 en H_2O van de verbrandingsgassen. De straling van een niet-lichtgevende vlam is evenwel gering in vergelijking met die van een lichtgevende vlam, waarin zich gloeiende koolstofdeeltjes bevinden, afkomstig van het thermisch kraakproces gedurende de verbranding van koolwaterstoffen, of van nog onvolledige verbranding.

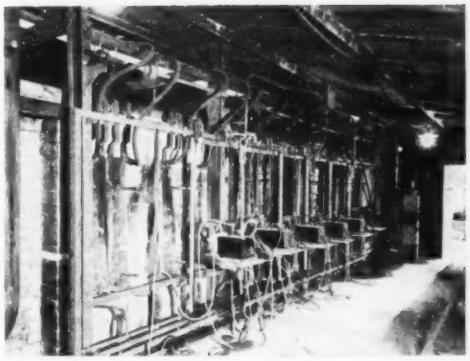


Fig. 1. Eén der zijwanden van de proefoven met de verticaal verplaatsbare stralingspyrometers

Omtrent de mate waarin de straling kan worden verbeterd en de factoren welke dit kunnen beinvloeden taste men tot dusver vrijwel in het duister. Wanneer in aanmerking wordt genomen, dat de straling van een lichtgevende vlam vijf- en meermalen zo groot kan zijn als die van een niet-lichtgevende vlam, dan kan de onbekendheid met het bovengenoemde als een ernstige leemte worden beschouwd.

Het onderhavige speurwerk omvat onderzoekingen omtrent de stralingseigenschappen van olie- en gasvlammen en van vlammen van vaste brandstoffen. Het onderzoek met olie is thans voltooid, dat met gas is nog in gang. De vaste brandstoffen komen later aan de orde. Elke groep onderzoekingen valt uiteen in een serie metingen betreffende de thermische relatie tussen de vlam en de omgeving daarvan, het „hoeveel" en een serie metingen welke in de eerste plaats het onderzoek van het verbrandingsproces ten doel hebben, het „hoe". Bij de metingen met olie werd de invloed van vijf variabelen bestudeerd, t.w. die van de hoeveelheid en aard van de brandstof, de hoeveelheid en aard van de verstuivingsmedia en van de hoeveelheid verbrandingslucht. In totaal werden 48 beproevingen uitgevoerd, waarvan de resultaten zijn gepubliceerd in „Journal of the Institute of Fuel". Uit deze resultaten is o.m. gebleken, dat de straling in het begin van de vlam in hoofdzaak wordt beinvloed door de qualitatieve variabelen, zoals de aard van de brandstof of het verstuivingsmedium (lucht of stoom); de straling van het einde van de vlam wordt in hoofdzaak beïnvloed door de drie quantitatieve variabelen, de hoeveelheden brandstof, verstuivingsmedium of verbrandingslucht. Ook is bij metingen met olie gebleken, dat onderlinge constructieve verschillen tussen oliebranders, welke van verstuivingsmedia gebruik maken, ten aanzien van de stralingseigenschappen van de vlam vrij onbelangrijk zijn en van te verwaarlozen betekenis ten opzichte van de invloed van variaties in de hoeveelheid verstuivingsmedium.

In een viertal voordrachten gaven prof. DE GRAAF en drie van de technische medewerkers, de heren MAYORCAS (Eng.), RIVIÈRE (Fr.) en MAYER (Ned.) een overzicht van de technische en organisatorische aspecten van het werk, toegelicht met een film, waarin vooral de zeer goede opnamen van olievlammen in de proefoven vermeld moeten worden. Bij een bezoek aan de proefoven en de bijbehorende installatie kon een indruk worden verkregen van de grote omvang van het onderzoek.

BERICHTEN VAN ALLERLEI AARD

Tentoonstelling van het bouwkundige werk van Frank Lloyd Wright, 2 Juli—9 Aug. te Rotterdam

De tentoonstelling zal worden gehouden in de grote Glazen Zaal van het Ahoy'-gebouw. Van de meer dan 500 uitgevoerde bouwwerken, welke door FRANK LLOYD WRIGHT werden ontworpen, bevindt zich niet één in Europa. Van des te meer belang is deze tentoonstelling, welke tevoren in Florence, Milaan, Zürich, Parijs en München is geweest.

Herdenking Van 't Hoff's 100ste geboortedag 30 Augustus 1952 te Amsterdam

De herdenking bestaat uit een eenvoudige bijeenkomst in het Lab. voor Algemene en Anorganische Chemie, dat door wijlen prof. dr J. H. VAN 'T HOFF in 1891 in gebruik werd genomen, voorts uit een kleine tentoonstelling van boeken, publicaties, erediploma's, medailles enz. en tenslotte een speciaal „VAN 't HOFF-nummer" van het Chemische Weekblad, dat op 30 Augustus verschijnt en waarin medewerkers en leerlingen van VAN 't HOFF herinneringen zullen mededelen.

Het initiatief werd genomen door dr W. P. JORISSEN te Leiden. Het comité bestaat uit de Minister van O.K. en W., de burgemeesters van Amsterdam en Rotterdam, een vertegenwoordiger van de Kon. Ned. Ak. v. Wetenschappen, de Rector Magnificus v. d. Gem. Univ. Amsterdam, hoogleraren e.a.

Nog eens de lichtsnelheid

Het is nu meer dan 100 jaar geleden, dat FIZEAU de klassieke meting van de lichtsnelheid verrichtte door een lichtbundel tussen de tanden van een snel draaiend tandwiel door te laten vallen. De snelheid van het tandwiel werd nu zo geregeld, dat de gereflecteerde straal, na terugkaatsing tegen een spiegel, die op grote afstand opgesteld was, door een tand onderschept werd.

In 1874 herhaalde CORNU de metingen van FIZEAU, maar met een verbeterde apparatuur; de afstand tot de spiegel bedroeg 23 km. Als resultaat bleek de lichtsnelheid 300.400 km/sec in vacuum te bedragen.

FOUCAULT had de lichtsnelheid in 1850 bepaald met behulp van draaiende spiegels — een idee afkomstig van WHEATSTONE — en vond 298.000 km/sec.

In de jaren 1880—1885 ontwikkelden MICHELSON en NEWCOMB de methode van FOUCAULT verder en zij verkregen als lichtsnelheid resp. 299.853 km/sec en 299.860 km/sec.

In de laatste 25 jaar zijn de draaiende spiegels en tandwielen vervangen door electrische apparatuur. KAROLUS en MITTELSTAEDT benutten in 1928 een Kerr-cel tussen twee gekruiste Nicols om de lichtsnelheid te bepalen; wat in 1935 door ANDERSON herhaald werd. Deze methode is de laatste jaren weer toegepast en uitgewerkt door BERGSTRAND, die een lichtsnelheid van 299.793,1 km/sec opgeeft.

HOUSTON benutte het laatste decennium een piëzo-electrische kwarts-oscillator als diffractierooster om de lichtsnelheid te bepalen; hij mat 299.775 km/sec. Deze methode werd door het National Physical Laboratory verfijnd en dit leidde tot 299.782 km/sec als de lichtsnelheid in vacuum.

ESSEN en GORDON-SMITH gebruikten trilholten, waarvan de afmetingen nauwkeurig bekend waren, om de lichtsnelheid te bepalen. Alhoewel de gebruikte golflengte 40.000 × die van het licht mat, was het resultaat: 299.792,5 km/sec.

BOL gebruikte ook een trilholte en vond 299.789,3 km/sec.

ALASKAN kreeg een waarde van 299.792 km/sec met een techniek, gebaseerd op het principe van de radar.

Het is wel zeer bevredigend te noemen, dat de recente metingen, die toch op verschillende principes berusten, slechts zulke geringe verschillen vertonen.

Wireless Engineer, vol. 28, no 331, blz 99.

D. H. B.

INGEZONDEN

De grindwinning langs de Rijn

Het belangwekkende artikel van ir J. DE GROOT over „De grintwinning langs de Rijn en haar problemen" in *De Ingenieur* van 16 Mei j.l. geeft mij aanleiding tot twee kleine opmerkingen.

De eerste betreft de aanbeveling door de schrijver (in de laatste alinea) „tot een gecoördineerd onderzoek naar de in ons land aanwezige grintvoorraden, dat, voor zover bekend, nooit is geschied". Inderdaad heeft een groot opgezette algemene inventarisatie nog niet plaats gehad, doch wel heeft de Geologische Stichting in samenwerking met andere instellingen in de afgelopen jaren partiële inventarisaties uitgevoerd van terreinen, vooral in het Pleistoceen, die voor de grindwinning in het bijzonder in aanmerking komen. Het ligt in de bedoeling om deze inventarisaties in de komende jaren uit te breiden, zodat, als ook andere instanties hieraan medewerken, op den duur een volledige inventarisatie wordt verkregen.

De tweede opmerking is van taalkundige aard en betreft de schrijfwijze van het woord „grint". De meeste dictionnaires geven naast elkaar de vormen „grint" en „grind"; in het normblad N 209 (en de daarbij aansluitende bladen N 210 en N 213) wordt echter uitsluitend de vorm „grind" gebruikt, dus met een d op het eind. De reden voor deze keuze zal wel zijn, dat in bepaalde technische kringen, in het bijzonder in de geologie, het meervoud „grinden" wordt gebruikt, b.v. in de uitdrukking „grove en fijne grinden", op dezelfde wijze als men spreekt over grove en fijne zanden. Trouwens, de schrijver van het artikel spreekt zelf van ontgrinding en niet van ontgrinting. De Mijnbouwkundige Nomenclator, uitgegeven door het Ned. Geologisch Mijnbouwkundig Genootschap geeft weliswaar de vorm „grind", doch daarnaast de samenstelling „ertsgrint". Uiteraard speelt hier ook iemands persoonlijk aanvoelen van de taal een rol, en misschien ook bestaande gewoonten in bepaalde streken en bedrijfstakken; zo ben ik inderdaad eens de meervoudsvorm „grinten" tegengekomen. Waar echter een normblad zich reeds voor de vorm „grind" heeft uitgesproken, zou ik willen aanbevelen om deze zoveel mogelijk in technische geschriften te gebruiken.

Tenslotte duikt in bovengenoemd artikel terloops nog even de ook elders wel verkondigde mening op van een uitputting van de Nederlandse steenkoolvoorraden binnen honderd jaar. Hierbij is vermoedelijk de Peel buiten beschouwing gelaten; rekent men deze mede, dan zal de periode wel meer dan 100 jaar bedragen, waarbij het de vraag is of het er dàn nog wel veel toe doet of de steenkolen binnen of buiten onze grenzen worden gevonden.

A. J. PANNEKOEK,
wd. directeur Geologische Dienst.

Naschrift

Ik dank de Heer PANNEKOEK, dat hij, naar aanleiding van mijn artikel in *De Ingenieur* no. 21 jg. 1952, mededeling doet van reeds verrichte onderzoekingen naar het voorkomen van grind in Nederland. In dit verband zou een publicatie van de resultaten van dit onderzoek wellicht de ernst van het grindzandprobleem in Nederland bewijzen.

Hier moge er nog op worden gewezen, dat juist daar, waar de Maas grensrivier is, veel grind wordt aangetroffen. Deze grindvoorraden blijven hier echter tot nu toe ongestoord, daar onderhandelingen over eventuele ontgrinding op internationaal gebied liggen en dus bijzonder moeilijk zijn. Men houde echter rekening met de mogelijkheid, dat deze grindvoorraden in de toekomst door „mijnverzakkingen" onbereikbaar kunnen worden.

Met zijn tweede opmerking heeft de Heer PANNEKOEK m.i. alle twijfel over de schrijfwijze van het woord „grind" weggenomen. Ik hoop, dat zijn aanbeveling algemeen wordt aanvaard.

Ir J. DE GROOT.

PERSONALIA

NECROLOGIE

† Ir ANTON EDUARD DINGER
1888—1952
Ereburger van Heerlen.

1910 Diploma van civiel ingenieur der Technische Hogeschool te Delft
1910 In dienst getreden bij de Staatsmijnen in Limburg
1918 Benoemd tot Chef van de Bouwafdeling van de Staatsmijnen in Limburg
1925 Bevorderd tot Hoofdingenieur
1948 Bevorderd tot Hoofdbedrijfsingenieur
Overleden te Heerlen op 29 Juni 1952

† Ir DIRK EIJSKER
1918—1952

1948 Diploma van civiel ingenieur der Technische Hogeschool te Delft
1936—1941 Schrijver Gemeentelijke Waterleidingen te Amsterdam
1948 Ingenieur bij de Rijksgebouwendienst te 's-Gravenhage
Overleden te Delft op 1 Juni 1952

Ir J. W. ALBARDA, lid van de Raad van State, is bij K.B. benoemd tot commandeur in de orde van Oranje-Nassau.

Prof. dr ir F. A. VENING MEINESZ is bij K.B. benoemd tot Voorzitter van de Rijkscommissie voor Geodesie en Prof. ir W. BAARDA tot lid van deze Rijkscommissie.

Ir L. SCHEPERS, Directeur van de N.V. De Bataafsche Petroleum Maatschappij, The Shell Petroleum Company Ltd. en The Anglo-Saxon Petroleum Company Ltd. is op 27 Juni 1952 tevens benoemd tot Directeur van de N.V. Koninklijke Nederlandse Petroleum Maatschappij.

Prof. ir L. TROOST heeft de eervolle uitnodiging aanvaard om op te treden als Head of the Department of Naval Architecture and Marine Engineering aan de Massachusetts Institute of Technology te Cambridge, Mass. U.S.A.

Ir P. KOOIMAN is bij beschikking van de Minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen met ingang van 1 October 1952 benoemd tot wetenschappelijk ambtenaar bij de technische botanie aan de Technische Hogeschool te Delft.

Ir H. MEIJER, gewezen administrateur van de Deli Spoorweg Maatschappij is met ingang van 1 September 1952 benoemd tot Directeur van de Surinaamsche Bauxite Maatschappij te Paramaribo.

Dr ir W. P. A. VAN LAMMEREN is met ingang van 1 Augustus 1952 benoemd tot Directeur van het Nederlandsch Scheepsbouwkundig Proefstation, en

Ir J. G. KONING tot onder-Directeur van bovengenoemd Proefstation.

Ir P. VAN DELDEN is benoemd tot Directeur van de Koninklijke Nederlandsche Hoogovens en Staalfabrieken N.V. te IJmuiden en van de Breedband N.V.

Ir C. KLOMP is met ingang van 1 Mei 1952 benoemd tot ingenieur van de Rijkswaterstaat in de Directie Groningen en Friesland, Arrondissement Leeuwarden.

Ir J. VERMEULEN is met ingang van 16 Juni 1952 bevorderd tot Luitenant ter Zee van de Electrotechnische Dienst der tweede klasse.

Ir E. T. VAN DER LAAN, ir H. B. LUYENDIJK, ir J. LINDEBOOM, ir J. F. HARRYVAN, ir J. M. PH. BONGAERTS, ir M. VAN WAARD, ir A. J. VERINGA en ir J. AL zijn als ingenieurs in dienst getreden bij de N.V. De Bataafsche Petroleum Maatschappij te 's-Gravenhage.

Ir J. OFFERINGA is in dienst getreden bij het Kon./Shell Laboratorium te Amsterdam.

Ir H. B. EERING is op 16 Juni 1952 benoemd tot ingenieur in tijdelijke dienst bij het Departement van Besproeiingen van de Unie van Zuid-Afrika te Pretoria.

Ir J. H. DE VLIEGER is werkzaam als ingenieur bij het Kunststoffen Instituut T.N.O. te Delft.

Ir A. DE SMIT is sedert 20 Mei 1952 werkzaam als ingenieur bij „Canadair" te Montreal (Canada).

Ir G. J. LANGEREIS is als ingenieur tewerk gesteld bij Werkspoor N.V. te Amsterdam (constructiebureau wagonbouw).

Ir A. W. BAREF is aangesteld als ingenieur bij het Ingenieursbureau ir W. TH. STIBBE te 's-Gravenhage.

Ir C. J. MOL is benoemd tot Hoofd van de Technische Dienst der Ned. Televisie-Stichting te Hilversum.

Ir C. L. OUDSHOORN is werkzaam als chemicus bij de Sikkens' Lakfabrieken N.V. te Sassenheim.

Mutaties van de Groep Indonesië

Aangekomen in Indonesie:
ir N. M. W. VERMEULEN, ir W. WIESKE, ir W. J. ROTTEVEEL en ir J. HEYLIGERS.

Vertrokken naar Nederland:
Ir A. D. J. DE BERGH.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS

's-Gravenhage, Prinsessegracht 23, Tel. 184542, Giro 9995

Commissie van Toezicht op het Tijdschrift „De Ingenieur"

In de vergadering van 5 Juni j.l. heeft de Raad van Bestuur besloten in de vacature van wijlen jhr ir O. C. A. VAN LIDTH DE JEUDE, ir J. M. VERFF tot lid, tevens voorzitter van bovengenoemde Commissie te benoemen.

Aanbieding van een zilveren inktstel door de drie grote Britse Ingenieursinstituten

Eind Mei voltrok zich een kleine plechtigheid in het gebouw van The Institution of Civil Engineers te Londen, waar in tegenwoordigheid van de Presidenten van The Institution of Mechanical Engineers en The Institution of Electrical Engineers door de President van het eerstgenoemde Instituut een zilveren inktstel met inscriptie werd overhandigd aan de Nederlandse Tijdelijk Zaakgelastigde te Londen, mr W. J. G. Baron GEVERS. Hem was verzocht dit geschenk in ontvangst te willen nemen voor het Koninklijk Instituut van Ingenieurs.

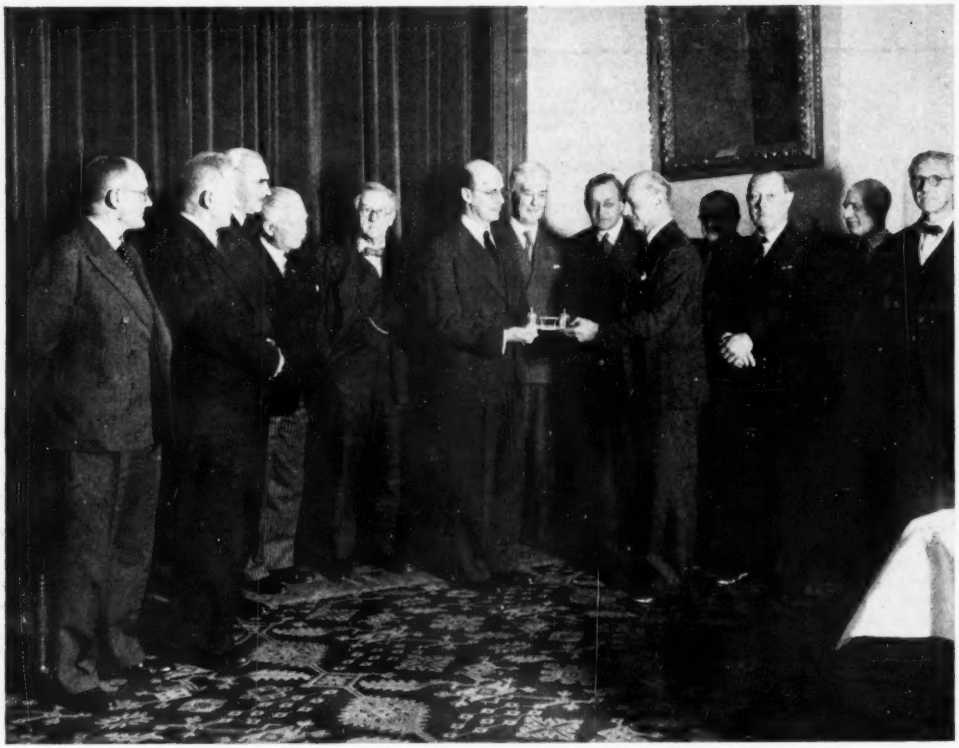
Het volgende schrijven was hieraan toegevoegd:

Dr J. A. RINGERS
President
Koninklijk Instituut van Ingenieurs
23 Prinsessegracht
The Hague.

Dear Dr Ringers,

On behalf of our respective Institutions we have very much pleasure in sending to you a silver inkstand for acceptance by the Koninklijk Instituut van Ingenieurs as a mark of our high appreciation of the close co-operation which has long existed between our Societies and the Royal Netherlands Institute.

The great interest which was shown by Dutch Engineers in the suggestion made by Sir WILLIAM HALCROW, on the occasion of the Centenary Celebrations of your Institute in September, 1947, on the subject of closer co-operation between National Engineering Societies of all countries, encouraged the three major British Institutions to take action which eventualiy led to the formation of E.U.S.E.C. Thereafter, the relationships which resulted have been greatly helped by the Netherlands Engineers, not least by the warm hospitality which was accorded to the members of the Conference when they met in The Hague in September last.



De overhandiging van het zilveren inktstel door de President van The Institution of Civil Engineers, Mr. A. S. QUARTERMAINE (rechts) aan de Nederlandse Tijdelijk Zaakgelastigde te Londen, mr W. J. G. Baron GEVERS (links), in tegenwoordigheid van de Presidenten van The Institution of Mechanical Engineers en The Institution of Electrical Engineers, benevens enkele oud-Presidenten en de Algemeen Secretarissen der drie Britse Instituten.

We are convinced that these international relations are of great benefit to professional Engineers and we take this opportunity to express our best wishes for the continued prosperity of the Koninklijk Instituut van Ingenieurs and of all its members.

Yours sincerely,

(signed) A. S. QUARTERMAINE
President
Institution of
Civil Engineers

(signed) DAVID PYE
President
Institution of
Mechanical Engineers

(signed) J. HACKING
President
Institution of
Electrical Engineers

Het fraaie zilveren inktstel met begeleidend schrijven heeft ons de 9e Juni door bemiddeling van het Ministerie van Buitenlandse Zaken bereikt.

De Raad van Bestuur is zeer getroffen door deze bijzondere geste van de drie grote Britse Instituten, met wie, vooral na ons honderdjarig feest de verhouding steeds vriendschappelijker is geworden. Dat deze samenwerking ook door ons zeer op prijs wordt gesteld en ons verheugt, is in ons beantwoordend schrijven duidelijk tot uitdrukking gebracht.

De Algemeen Secretaris.

Oproep voor gegadigden naar een studiebeurs uit de Stichting „Studiebeurzen voor T.H. studenten"

Op grond van het gestelde in de Stichtingsacte van de „Stichting Studiebeurzen voor T.H. studenten" wordt het volgende ter kennis van belanghebbenden gebracht.

Het doel van de Stichting, welke wordt beheerd door het Koninklijk Instituut van Ingenieurs en waarvan de middelen voor een groot deel afkomstig zijn van het „Studiefonds C. E. van Kesteren" en het „Vrouwe Janssens Arriënsfonds" is: ieder jaar een student aan de Technische Hogeschool behulpzaam te zijn bij het financieren van zijn studie.

De bijdrage geschiedt in de vorm van een renteloos voorschot, groot *f* 1000,— per jaar, dat bij gebleken voortgezette ijver maximaal 5 maal kan worden verleend. De terugbetaling van het voorschot geschiedt in het algemeen na het behalen van het ingenieursdiploma, op gemakkelijke voorwaarden.

Zij, die voor een voorschot in aanmerking wensen te komen, worden verzocht zich vóór 15 Augustus 1952 schriftelijk te wenden tot de Algemeen Secretaris van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, die tevens Secretaris is van de Commissie, belast met de beoordeling van de ingekomen aanvragen.

In de aanvraag moeten de redenen, waarom steun wordt aangevraagd, worden uiteengezet. Bijvoeging van een cijferlijst en een beoordeling van de Rector c.q. Directeur van de instelling van onderwijs, waar het eind-examen is afgelegd, zal op prijs worden gesteld.

Indien reeds uit andere fondsen een studiebeurs werd aan-

gevraagd of verkregen, wordt mededeling hiervan tevens verzocht, waarbij wordt opgemerkt dat zulks geenszins de verlening van het voorschot uitsluit. *De Algemeen Secretaris.*

Verslag tevens notulen van de Kanalendagen 6 en 7 Juni 1952

Ter viering van de officiële opening van het Amsterdam-Rijnkanaal was gedurende enige weken een reeks feestelijkheden georganiseerd door de „Stichting Amsterdam-Rijnkanaal 1952". Het Bestuur van deze Stichting heeft aan het Koninklijk Instituut van Ingenieurs verzocht de z.g. „Kanalendagen" te verzorgen, waarbij de Stichting als gastvrouw zou optreden.

In dit kader was op 6 Juni een excursie door de Stichting georganiseerd naar Wijk bij Duurstede en Tiel, ter bezichtiging van het kanaal, terwijl op 7 Juni een Instituutsvergadering werd gehouden, waarbij behalve twee Nederlandse sprekers over het Amsterdam-Rijnkanaal, drie buitenlanders de verbeteringen van de vaarweg door Frans, Duits en Zwitsers gebied weergaven.

6 Juni 1952.
Excursie naar het Amsterdam-Rijnkanaal

Voor deze excursie bestond zoveel belangstelling, dat aan ruim 100 leden medegedeeld moest worden, dat zij helaas niet van de partij konden zijn, omdat met de „Stichting Amsterdam-Rijnkanaal 1952" was overeengekomen, dat niet meer dan 500 leden op de boot, waarmede door het Betuwepand van het Amsterdam-Rijnkanaal zou worden gevaren, zouden worden toegelaten.

Reeds vroeg begaven zich bij goed zomerweer vier gevulde autobussen van Amsterdam op weg naar Utrecht, waarbij zich nog zes bussen aansloten voor die leden, die per spoor naar Utrecht gereisd waren, terwijl zich bij Odijk het convooi uit Den Haag daarbij aansloot.

Deze colonne van 15 autobussen kwam om 10.30 uur in Wijk bij Duurstede aan, waar in de bostuin van de gerestaureerde Bourgondische Toren koffie en sprits werden aangeboden door het Gemeentebestuur van Wijk bij Duurstede (fig. 1) en waar gelegenheid bestond voor bezichtiging van de toren. De Burgemeester van Wijk bij Duurstede, de heer C. B. Kentie, heette allen van harte welkom en vertelde een en ander over de geschiedenis van de toren en van de rol, die deze indertijd bij de scheepvaart vervulde.

De President, dr ir J. A. Ringers, bedankte het Gemeentebestuur voor de hartelijke ontvangst en de Burgemeester bovendien voor zijn vriendelijke woorden.

Vervolgens werd naar het Amsterdam-Rijnkanaal gereden, geëmbarkeerd (fig. 2) en gevaren naar Tiel. Het werd zeer gewaardeerd, dat het lid ir B. A. Gelders, hoofdingenieur A van de Rijkswaterstaat, onderweg voor de microfoon van een loudspeaker-installatie verschillende technische bijzonderheden vertelde over de onderdelen en de kunstwerken van het kanaal, die voorbijgevaren werden. Vooral het kruispunt met de Lek en de sluizen (o.a. fig. 3) hadden de bijzondere belangstelling. Intussen werd de koffiemaaltijd genuttigd, aangeboden door de bovengenoemde Stichting.

In Tiel werd het gezelschap opgewacht door de Burgemeester van Tiel, de heer N. F. Cambier van Nooten, een muziekcorps en een tweetal reuzen, Maaike en Kriekske, de meikers en de kriek voorstellende (fig. 4). De Burgemeester hield een geestig toespraakje, waarbij hij o.a. dankbaar de bemoeienis van de President met de wederopbouw van het sterk beschadigde Tiel memoreerde.

Achter de muziek en de twee reuzen wandelde het gezelschap door de versierde straten van Tiel, waarbij ook in een droge „sluis", een imitatie van de Prins Bernhard sluis (fig. 5), geschut moest worden.

De gereedstaande bussen brachten de deelnemers en enkele deelneemsters naar Utrecht. Tijdens de wandeling door Tiel begon het te regenen, maar tijdens de rit naar Utrecht ontlastte een zeer zware regen- en onweersbui zich boven de autobussen.

In de aula van de Rijks Universiteit van Utrecht werd het gezelschap met enkele vriendelijke woorden verwelkomd door de Rector-Magnificus van de Universiteit, prof. dr J. Severijn. De uitgebreide borrel werd aangeboden door de Universiteit en door het Gemeentebestuur van Utrecht.

De meeste deelnemers aan deze geslaagde excursie gingen daarna huiswaarts; 128 leden en gasten woonden 's avonds in Amsterdam nog het Waterspel „Aquama Rijn" bij, waar o.a. van mooie staaltjes van zwemkunst en van goede orkestmuziek kon worden genoten.

7 Juni 1952. Vergadering in het Minerva-Paviljoen te Amsterdam

De President, dr ir J. A. Ringers, opende om 10.40 uur deze vergadering, die speciaal gewijd was aan de verbetering van de vaarweg van Amsterdam naar de Boven-Rijn.

Hij heet de aanwezigen welkom, speciaal de gasten van hedenmorgen: de Burgemeester van Amsterdam mr Arn. J. d' Ailly, de Secretaris van de Kamer van Koophandel en Fabrieken voor Amsterdam mr H. Fortuin, tevens bestuurslid van de „Stichting Amsterdam-Rijnkanaal 1952", het medebestuurslid de heer L. Galavazi, en de vijf sprekers van deze dag.

De President richt zich in de Franse taal tot de 3 buitenlandse sprekers. Het Instituut waardeert het zeer, dat zij van zo ver gekomen zijn, om in deze vergadering een en ander te vertellen over hun werk, dat van zo groot belang is voor de scheepvaartweg tussen Amsterdam, Duitsland, Frankrijk en Zwitserland.

Als eerste spreker leidt de President in: ir A. G. Maris, Directeur-Generaal van de Rijkswaterstaat, die jarenlang aan de bouw van het Amsterdam-Rijnkanaal heeft medegewerkt en beter dan wie ook in staat is, een en ander over de voorgeschiedenis van het kanaal mede te delen.

Ir A. G. Maris heeft met des te meer genoegen de uitnodiging aangenomen, om in deze Instituutsvergadering een en ander over de voorgeschiedenis van de nieuwe Amsterdam-Rijnverbinding te vertellen, omdat de President van het Instituut zelf ook veel bemoeienis met de tot stand koming van die verbinding heeft gehad, speciaal in de jaren 1931—'35, toen hij Directeur-Generaal van de Waterstaat en in de jaren 1945—'46, toen hij Minister van Openbare Werken en Wederopbouw was.

De voordracht van ir A. G. Maris, getiteld „*Een kleine voorgeschiedenis*", en de daarop gevolgde voordracht van de hoofdingenieur-directeur van de Rijkswaterstaat ir C. de Groot, getiteld „*Het Amsterdam-Rijnkanaal*", zullen afzonderlijk in De Ingenieur worden opgenomen.

Na de voordracht van ir De Groot schorst de President de vergadering, om de aanwezigen in de gelegenheid te stellen, de tentoonstelling „*De Rijn in de R.A.I.*" te bezichtigen en in het R.A.I.-gebouw een koffiemaaltijd te nuttigen, aangeboden door de „*Stichting Amsterdam-Rijnkanaal* 1952".

Voor de tentoonstelllng, waarop o.a. een goede indruk kon worden verkregen van de haveninrichtingen en van vele bedrijven en installaties in een groot aantal plaatsen langs de Rijn en zijn zijrivieren en armen, aan het Amsterdam-Rijnkanaal en in Antwerpen en Gent, bestond grote belangstelling,

De koffiemaaltijd werd veel eer aangedaan.

Om 14.20 uur heropent de President de vergadering in het Minerva-Paviljoen en heet speciaal welkom mr D. A. Delprat, Voorzitter van de „*Stichting Amsterdam-Rijnkanaal* 1952", aan welke stichting het Instituut in deze dagen veel te danken heeft.

De President geeft achtereenvolgens het woord aan:

1° Dr Max Oesterhaus, Onderdirecteur van het „Eidgenossisches Amt für Wasserwirtschaft" te Bern over „*Arbeiten und Projekte für die Rheinschiffahrt auf der Strecke zwischen Basel und dem Bodensee*"

2° de heer R. Graff, Hoofdingenieur van de „Ponts et Chaussées" en Directeur van de autonome haven van Straatsburg over „*L'aménagement du Rhin entre Strasbourg et Bâle*" (met mededelingen over het „*Grand Canal d'Alsace*").

3° de heer W. Haeringer, Regierungs- und Baurat van de „Wasser- und Schiffahrtsdirektion" te Duisburg-Ruhrort over

Fig. 1. De ontvangst bij de Bourgondische Toren te Wijk bij Duurstede [1]).

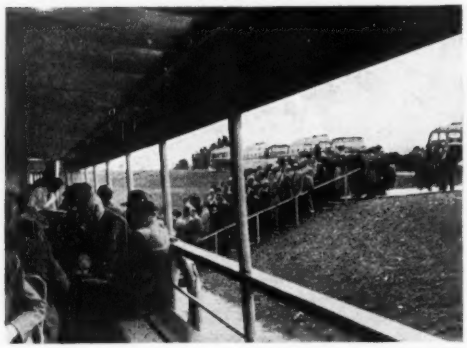


Fig. 2. Het gezelschap embarkeert nabij Wijk bij Duurstede.

„Wiederherstellung der Rheinschiffahrtsstrasse nach dem Kriege unter besonderer Berücksichtigung der Brückentrümmerbeseitigung, Schiffshebungen und des Wiederaufbaues der Brücken" (met film).

Ook deze voordrachten, die met veel enthousiasme werden uitgesproken en waarnaar met veel aandacht geluisterd werd, zullen volledig in *De Ingenieur* worden opgenomen.

De President dankt de vijf sprekers ten zeerste voor hun voordrachten, waaruit wel is gebleken, dat in alle betrokken landen met veel energie is gewerkt, om deze grote scheepvaartweg zo goed mogelijk te doen zijn.

Het Instituut heeft nu kort na elkaar vergaderingen gewijd aan de verbinding van Rotterdam met de zee en aan de scheepvaartverbinding van Amsterdam met de Rijn. De havens van beide steden zijn gereed, zoveel mogelijk binnen- en buitenlandse schepen te ontvangen en snel en goed te bedienen. Spreker hoopt, dat de activiteit van beide steden mede aan geheel Nederland ten goede zal komen.

Tot slot werd nog eens de grote erkentelijkheid van het Instituut uitgesproken tegenover de Stichting Amsterdam-Rijnkanaal 1952, welke gedurende deze twee dagen een zo gulle gastvrijheid had getoond. In het bijzonder werd de prettige samenwerking met de secretaresse, mevr. Ramaer, gememoreerd, die de excursie organisatorisch had geregeld.

Met een woord van dank voor de belangstelling sluit de President om ongeveer 17 uur de vergadering.

De Adjunct-Secretaris.

[1]) Deze en volgende foto's zijn beschikbaar gesteld door het Foto-bureau J. van Dijk & Zoon, Nic. Maesstraat 46, Amsterdam.

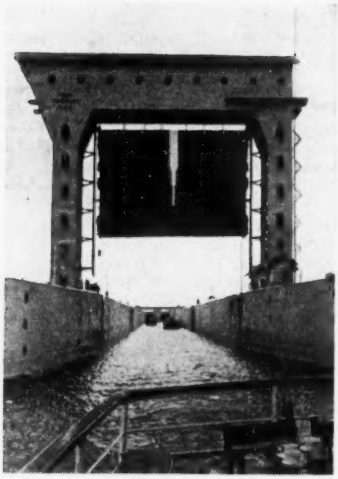


Fig. 3. Bij het verlaten van de Prins-Bernhardsluis.

Fig. 4. De reuzen Maaike en Kriekske bij de ontvangst te Tiel.

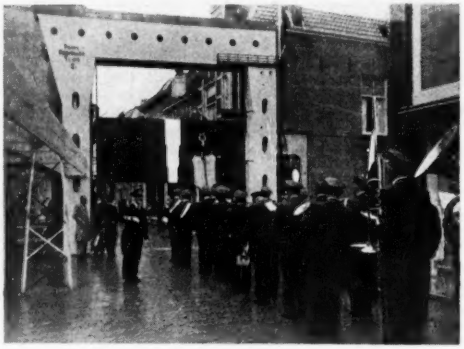


Fig. 5. De droge sluis in Wijk bij Duurstede, waar de stoet „geschut" wordt.

Afdeling voor Technisch Wetenschappelijk Onderzoek Sectie voor Regeltechniek

Kort verslag van de ledenvergadering en excursie naar de K.L.M. te Schiphol op 6 Juni 1952

Nadat de via Amsterdam reizende deelnemers met een speciale K.L.M.-bus waren gearriveerd, verzamelden allen zich in de cantine, waar men namens de K.L.M. werd ontvangen door de heren ir J. A. AUGUSTIJN, Adj. Hoofd Technisch Bedrijf, en B. LUGTEN, Secretaris van het Hoofd Technisch Bedrijf.

Prof. ir H. KRAMERS opende de vergadering en heette de 36 aanwezigen welkom, waarna ir AUGUSTIJN een overzicht gaf van wat geboden zou worden. De eerste spreker, de heer R. P. A. VAN REES, Chef Vliegdienst Noord-Atlantische Route, hield een onderhoudende lezing over het gebruik van de automatische besturing. Via een historisch overzicht en een beschouwing over de moderne apparatuur besprak de heer VAN REES de ontwikkeling zoals we die in de toekomst kunnen verwachten, speciaal gezien vanuit het standpunt van de gebruiker. Wat betreft betrouwbaarheid en handigheid kan men tevreden zijn met de bestaande systemen, maar men zou in het bijzonder de vermoeiende landingsperiode graag nog verder automatiseren.

Na een voortreffelijke lunch, aangeboden door de K.L.M., sprak de heer P. A. GIEL, Technisch Assistent Instrumentatie Afdeling, over de constructie en technische details van de automatische piloot. Hij slaagde er geheel in ieders aandacht bij dit moeilijke onderwerp geboeid te houden. Nadat de spreker de eisen had genoemd, waaraan een stuurautomaat moet voldoen, besprak hij het belangrijkste onderdeel, het electrische afstandskompas, en de wijze waarop bij een dergelijk gevoelig instrument aan de hoge eisen van nauwkeurigheid en betrouwbaarheid kan worden voldaan. Tot slot besprak hij de koppeling van dit kompas aan de stuurautomaat wat hij met een groot blokschema illustreerde.

Dat voor het onderwerp van de stuurautomaat een grote belangstelling bestaat, bleek wel uit de discussie, die bijna evenveel tijd vergde als de voordrachten zelf.

Na de middagvoordracht werden enige onderdelen van stuurautomaten getoond. Vervolgens sloot prof. KRAMERS de vergadering met een woord van dank aan de sprekers en aan de K.L.M. voor de ondervonden gastvrijheid.

Hierna bezocht men in kleine groepen nog enige onderdelen van het K.L.M.-bedrijf.

Ir IJ. BOXMA.

Afdeling voor Chemische Techniek

Verslag van de conferentie over fluïdisatie, gehouden op 12-14 Juni te Londen

De bovengenoemde Conferentie over Fluïdisatie werd gehouden onder de auspiciën van drie samenwerkende organisaties, t.w., de Chemical Engineering Group van de Society of Chemical Industry; de Afdeling voor Chemische Techniek van het K.I.v.I. en de Sectie voor Chemische Technologie en Bedrijfschemie van de Nederlandse Chemische Vereniging.

Aan de conferentie werd door 264 personen deelgenomen, waarvan 24 uit Nederland.

Men zou de activiteiten gemakshalve in drie delen kunnen splitsen:

1. Een uitvoerige gedachtenwisseling over de geboden publicaties.
2. Een excursie naar de nieuwe raffinaderij te Fawley (Southampton).
3. Deelname aan diverse feestelijke maaltijden, aangeboden door enige in het proces der fluïdisatie geïnteresseerde industrieën.

Geconstateerd mag worden, dat het 10 tal voordrachten, dat ter vergadering werd ingeleid en bediscussieerd, i.h.a. van goede kwaliteit was; hieronder noemen wij van Nederlandse zijde de volgende twee:

„Some fundamental characteristics of the fluidized state" door dr C. VAN HEERDEN (Staatsmijnen) en „Heat transfer between fluidized beds and vertically inserted tubes" door dr H. A. VREEDENBERG (B.P.M.).

Dank zij het feit, dat de „preprints" [1]) de deelnemers tijdig bereikt hadden, bleek een uitvoerige en vruchtbare discussie mogelijk, nadat de auteurs hun inleidingen gegeven hadden. Hierbij hebben de Nederlandse deelnemers zich geducht en met succes kunnen weren. Overduidelijk bleek, dat op dit gebied een gelijkwaardigheid van kennen en kunnen met het buitenland bestaat.

Wat betreft de excursie naar de raffinaderij der „Standard" groep te Fawley, hierbij moest een groot aantal deelnemers worden teleurgesteld, daar de plaatsruimte helaas zeer beperkt was. De tocht werd per autobus ondernomen, zodat zij die het fraaie Zuid-Engelse landschap nog niet kenden, tevens gelegenheid kregen hiervan te genieten.

De nieuwe raffinaderij bleek grotendeels nog in het stadium van opbouw te verkeren; de katalytische kraakinstallatie — het eigenlijke doel van de tocht — functionneerde echter reeds.

Aan de Directie der Raffinaderij van de Esso Petroleum Co. past een woord van dank voor de verleende gastvrijheid.

Verder mogen hier enige woorden gewijd worden aan de ons geboden gelegenheid nader kennis te maken met onze buitenlandse collega's. Een gemakkelijke en zeer aangename mogelijkheid hiertoe bestond tijdens de drie lunches (aangeboden door de I.C.I., de Esso en de Chemical Engineering Group), de cocktail-party (aangeboden door de Shell) en het diner (aangeboden door Bakelite). Het is bijna onnodig te vermelden, dat bij deze gelegenheden veelal op zeer geestige wijze het woord gevoerd werd. Gesproken werd o.a. door de volgende personen:

De voorzitters der drie organiserende verenigingen, resp. H. V. POTTER B.Sc., dr ir J. C. VLUGTER en prof. dr ir H. I. WATERMAN.

Verder door prof. ir H. KRAMERS, uit Delft, die de wetenschappelijke voorbereiding in Holland heeft geleid en tevens op een zitting als voorzitter was opgetreden:
de voorzitter van de Society of Chemical Industry, tevens Directeur van I.C.I., Mr J. ROGERS, B.B.E. LL.D.,
de Heer E. LE Q. HERBERT, directeur van de Shell Refining and Marketing Co. en dr F. A. FREETH [2]).

Bij alle ten toon gespreide welsprekendheid werden enkele gedachten als communis opinio steeds duidelijker geformuleerd.

1. Algemeen werd het gevoel geuit, dat — zo ergens — bij de beoefening der chemical engineering" een zeer vèrgaande internationale samenwerking absoluut onontbeerlijk is, teneinde het snelle tempo der ontwikkeling bij te houden.
2. Bij alle deelnemers bestond een grote waardering voor de uitstekende gang van zaken tijdens het congres, welke ongetwijfeld te danken is aan de moeite en zorg, welke aan de voorbereiding van de conferentie kennelijk waren besteed.

Het leeuwendeel van deze lof is ongetwijfeld toe te kennen aan het bestuur van de Chemical Engineering Group van de Society of Chemical Industry.

Tenslotte mag hier gememoreerd worden, dat dr VLUGTER mededeling deed van het voornemen in 1954 een soortgelijke conferentie, over een nog niet vastgesteld onderwerp, in Nederland te organiseren. Dit plan werd door allen enthousiast toegejuicht.

De Wnd. Secretaris,
dr F. SJENITZER.

---

[1]) Zie *Journal of Applied Chemistry*, 2 (1952) Suppl. Issue 1.

[2]) Voor een verslag van deze redevoeringen zij verwezen naar *The Chemical Age* van 21 Juni 1952, pag. 27.

VERENIGING VAN DELFTSE INGENIEURS

's-Gravenhage, Prinsessegracht 23, Tel. 110431, Giro 5876

Kort verslag van de Ledenvergadering op Zaterdag 28 Juni 1952

Aanwezig zijn: in totaal 88 leden. In een korte inleiding deelt de wnd. Voorzitter, ir J. P. VAN BRUGGEN, mede dat het doel van deze bijeenkomst is de leden een overzicht te geven over hetgeen in het afgelopen jaar door het Bestuur en de verschillende commissies werd verricht en enkele speciale onderwerpen aan een nadere bespreking te onderwerpen, opdat het Bestuur ook een inzicht krijgt over de onder de leden bestaande meningen. Hij deelt mede dat een grote handicap in het werk is geweest het na een langdurige ziekte noodzakelijke aftreden van onze Voorzitter prof. OBERMAN van wie een grote stimulerende kracht uitging.

De wnd. Voorzitter nodigt de leden uit hun gedachten over een nieuwe voorzitter te laten gaan en voor de a.s. zomervergadering voorstellen in te dienen.

De volgende saillante punten werden in deze vergadering behandeld:

1. De voorgestelde contributie verhoging voor 1953 wordt goedgekeurd, met dien verstande dat men voorlopig art. 6 sub *a* van het Reglement aldus wenst te lezen, dat de contributie zou bedragen *f* 10.—; zonodig met een telken jare door het Bestuur vast te stellen bijslag van ten hoogste *f* 2.50.

Uit de vergadering werd nog de opmerking gemaakt dat het wenselijk zou zijn bij verdere, tengevolge van de stijgende activiteit noodzakelijke contributie-verhoging, er wel rekening mede te houden, dat de echte „seniores", bijv. de gepensioneerden hiervan geen nut meer zullen hebben.

2. Ir A. E. G. J. KINGMA wordt wederom voor een periode van 3 jaar tot administrateur benoemd.

3. Wat het in 1953 te houden Eeuwfeest betreft, deelt de wnd. voorzitter mede, dat het Bestuur zich voorstelt met het oog op de financiele toestand van de Vereniging en de bijzondere (dure) tijdsomstandigheden dit eenvoudig te doen, bijv. met een feestelijke lunch en een daarbij te houden feestrede en daarna een receptie. Gaarne zal hij hiertoe andere niet te kostbare suggesties van de leden ontvangen.

4. De hoofdschotels van deze vergadering vormen de Reglementsherziening en de mededelingen betreffende de Adviescommissies. Omtrent het eerste punt merkt de wnd Voorzitter op, dat de rondgezonden mededelingen de mening van de Commissie Reglementsherziening weergeven, doch dat zij nog niet door het Bestuur zijn overgenomen. Gehoopt wordt, dat aan de hand van de discussies van hedenmiddag het Bestuur richtlijnen zal kunnen vinden om, rekening houdende met financieel toelaatbare mogelijkheden, een nieuw reglement samen te stellen en de vereniging een nieuwe vorm te geven, waardoor die beter aan de wensen van de meeste leden zal voldoen. De organisatie-vorm zoals de Cie zich die heeft gedacht brengt ongetwijfeld hogere kosten mee. Het een ieder geheel naar de zin te maken zal daarbij uiteraard niet mogelijk zijn.

Na een korte inleiding van de voorzitter van de Cie van Reglementsherziening ir P. KEUZER, ontspint zich een discussie waarin de volgende opmerkingen worden gemaakt:

Enkelen uiten zich vóór een indeling in secties, een enkele wil dit niet regionaal doen maar faculteitsgewijze, weer een ander vindt dit onjuist met het oog op de voor velen te grote afstanden. Er volgt de opmerking dat alleen in den Haag en naaste omgeving ongeveer 1100 ingenieurs wonen en dat hiervan slechts een klein gedeelte is opgekomen, zodat betwijfelsd wordt of een regionale sectie-indeling belangrijk meer leden ter vergadering zal brengen, vooral indien men hierbij rekening houdt met de zeer vele andere vergaderingen op diverse gebieden, die men ook wenst bij te wonen. Er wordt op gewezen dat de meeste ingenieurs eveneens lid zijn van zndere verenigingen, waaraan zij reeds een hoge contributie betalen, zodat de V.v.D.I. haar contributie niet te hoog moet opvoeren, opdat verschillenden niet voor het lidmaatschap zullen moeten bedanken.

In verschillende gevallen behartigen die verenigingen eveneens de maatschappelijke belangen harer leden.

Teneinde een indruk te krijgen tot welke contributie men eventueel zou willen gaan, brengt de Vz. in proefstemming een contributie van *f* 7.50 — *f* 12.50 of van *f* 20.— — *f* 25.—. Verreweg het merendeel stemt voor het laatste bedrag, hetgeen de Vz. verheugt, daar die indruk niet werd verkregen uit de reeds binnengekomen antwoorden op de enquête.

Omtrent de mededelingen van de wnd Voorzitter betreffende de Advies-commissies, zij in dit korte bestek meegedeeld, dat de Vereniging samenwerking heeft gevonden met de Centrale van Hogere Rijksambtenaren, de Ned. Chemische Vereniging, de Ver. van Officieren van de Nederl. Landmacht, de Landelijke Organisatie van Artsen in Dienstverband, de St. Adelbertvereniging en de Federatie van Nederl. Journalisten over het onderwerp „De Positie van de Intellectuelen in de Maatschappij", waartoe deze gezamenlijk een Werkcomité hebben gevormd. Reeds verschillende andere verenigingen hebben hun adhaesie gegeven aan plannen, in brede kring de aandacht op deze positie te vestigen.

Gehoopt wordt dat in de in Sept./Oct. te houden zomervergadering hierover meer kan worden meegedeeld.

Een overzicht is gegeven van de verschillende opgerichte commissies en waaruit hun werkzaamheden tot nu toe hebben bestaan.

Tenslotte deelde de wnd. Voorzitter mede, dat het Bestuur er prijs op stelt te trachten, het contact met het K.I.v.I. omtrent samenwerking weer op te nemen.

De leden, die hun enquête-formulier nog niet hebben ingezonden, worden dringend verzocht dit beslist niet later dan 15 Juli te doen en vanuit het buitenland zo spoedig mogelijk.

De Secretaris,
ir F. W. LUTTER.

AGENDA VAN VERGADERINGEN

* 15 Juli 1952. Afdeling voor Werktuig- en Scheepsbouw, Sectie voor Werkplaatstechniek te 's-Gravenhage, (geb. v. h. K.I.v.I.). Aanvang 14.15 uur. D. A. LARNER: *Mechanization and Automatization by means of compressed air*, met lichtbeelden. (Zie blz. A. 304).

18 Juli 1952. Acoustische Dag te Rotterdam (Bouwcentrum). Aanvang 10.00 uur. Sprekers: prof. dr ir C. W. KOSTEN, ir G. J. VAN OS, P. A. DE LANGE, ir W. TAK en ir W. P. VAN LEENING. (zie blz. A. 290).

* 22 Juli 1952. Koninklijk Instituut van Ingenieurs te 's-Gravenhage. Dr OTTO HOLDEN: *St. Lawrence Seaway and Power Project*. (Voorlopige mededeling).

21—23 Aug. 1952. Mathematisch Centrum te Amsterdam (2e Boerhaavestr. 49). Vacantiecursus Mechanica. (zie blz. A. 291).

18 en 19 Sept. 1952. Vereniging voor Waterleidingsbelangen in Nederland. Najaarvergadering. (Voorlopige mededeling)

▶ = nieuw aangekondigde Vergadering. * = Instituuts-, Kring-, Afd.- of Sectie-Vergadering.

Inhoud ALGEMEEN GEDEELTE 28: De Waterweg als Benedenrivier, door dr ir J. VAN VEEN. International project for flame radiation, door W. DRAYER. — Berichten van allerlei aard: Tentoonstelling van het bouwkundige werk van FRANK LLOYD WRIGHT, 2 Juli — 9 Aug. te Rotterdam. Herdenking VAN 't HOFF's 100ste geboortedag, 30 Aug. 1952 te Amsterdam. Nog eens de lichtsnelheid. — Ingezonden: De grindwinning langs de Rijn, door A. J. PANNEKOEK, met Naschrift, door ir J. DE GROOT. — Personalia. — K.I.v.I.: Commissie van Toezicht op het Tijdschrift *De Ingenieur*. Aanbieding van een zilveren inktstel door de drie grote Britse Ingenieursinstituten. Oproep voor gegadigden naar een studiebeurs uit de Stichting „Studiebeurzen voor T.H. Studenten". Verslag tevens notulen van de Kanalendagen, 6 en 7 Juni 1952. Afd. voor Techn. Wetensch. Onderzoek, Sectie voor Regeltechniek. Kort verslag van de ledenvergadering en excursie naar de K.L.M. te Schiphol op 6 Juni 1952. Afd. voor Chemische Techniek, Verslag Conferentie over fluidisatie, 12—14 Juni te Londen. — V.v.D.I.: Kort verslag van de Ledenvergadering op Zaterdag 28 Juni 1952. — Agenda van vergaderingen.

Hensen

Rotterdam - Oostmaaslaan 203-233

Wat verlangt U van Uw aandrijving?

IS DE OPLOSSING VOOR VELE PROBLEMEN

daar, waar met regelbare snelheden moet worden gewerkt. Een aandrijving met een **P.I.V.** traploze snelheidsregelaar biedt de gewenste oplossing.

P.I.V. Snelheidsregelaars worden in alle takken van industrie met groot succes toegepast, want:

- **P.I.V.** vraagt geen onderhoud
- **P.I.V.** biedt snelheidsvariaties tot 1:10
- **P.I.V.** kan niet slippen
- **P.I.V.** bezit een hoog rendement
- **P.I.V.** bezit een maximum levensduur
- **P.I.V.** is betrouwbaar

C.V. V.H. INDUSTRIËLE- EN HANDELMAATSCHAPPIJ **LOUIS REIJNERS**
MEEUWENLAAN 98-100 - TELEF. 60401 - AMSTERDAM

SPRINKLER-INSTALLATIES
en
KOOLZUUR-BLUSINSTALLATIES
SYSTEEM WALTHER

Voor automatische brandblussing in grote gebouwen, fabrieken, werkplaatsen, schepen enz.,

De installaties worden uitgevoerd overeenkomstig de eisen welke gesteld worden door de Scheepvaartinspectie, de voorschriften van de International Convention for the Safety of Life at Sea of 1948 en van de Verzekeringsmaatschappijen (premiereductie!),

Projecten en begrotingen worden kosteloos uitgewerkt.

Uitvoerig informatiemateriaal, evenals referentielijsten, worden gaarne op aanvraag toegezonden.

N.V. NEDERL. AIRCONDITIONING MIJ
GEBR. VAN SWAAY
's-Gravenhage - Parkweg 2a - Tel. K 1700/557437

Adam - DELFT

levert:

★ Alle soorten drijfriemen, transportbanden en riemverbinders, ronde snaren, V-snaren, complete V-snaartransmissies, ruwhuidhamers en -klossen, naai- en bindriemen, pers- en zuigzakken, kogellagers, kettingaandrijvingen, technische lederartikelen voor de textielindustrie.

TELEFOON 30

PARI PATENT
RIBBENBUIS

Het LABORATORIUM voor WARMTE- en STOFTECHNIEK van de TECHNISCHE HOOGESCHOOL te Delft stelde vast, dat de K-WAARDE van een stalen PARI-patent ribbenbuis met een buisdiameter van 60 mm en een V.O. van 1,27 m² per m. pijplengte 24% HOGER was dan die van een stalen ribbenbuis volgens de normale constructie met geplooide ribben, buisdiameter 60 mm met een V.O. van 1,41 m².
Door gebruik van PARI-patent ribbenbuizen bespaart U geld en plaatsruimte. En .... zij gaan langer mee!

N.V. NEDERLANDSE KOPERENBUIZENFABRIEK
TEL. 21945 (K 1710) ZIJLDIJK 19, LEIDERDORP

INHOUDSOPGAVE VAN BUITENLANDSE TIJDSCHRIFTEN

ALGEMENE TIJDSCHRIFTEN

	Aantal blz.	Aantal fig.
THE ENGINEER, Vol. 193 — nr 5030 van 20 *Juni* 1952.		
J. M. HAY: Harvesting of Brown sub-littoral seaweeds	4	4
O. S. NOCK: British locomotive performance and efficiency test	4	6
The Amsterdam — Rhine Canal	2	4
Flame radiation research at IJmuiden	3	5
Oil tanker „World Unity"	2	1
K. H. KHALIL: Rotational effects on a cascade of aerofoil blades	4	10
International conference on large electric systems	3	6
A roll works at Crewe	1	3
A. B. EVEREST: Engineering properties and applications of S. G. iron	3	3
ENGINEERING, Vol. 173 — nr 4508 van 20 *Juni* 1952		
Centralised Maintenance at the works of messrs. steel peech and tozer, Rotherham	3	4
S. J. DAVIES: Analysis of the performance of the Jenbach two-stroke vertical oil engine	4	15
Electricity supply in southern Ireland	5	18
The crewe works of the british rollmakers corporation, limited	1	1
THE ENGINEERS' DIGEST, Vol. 13 — nr 6 van *Juni* 1952		
N. KLEIN: Leak detection with radioactive tracers and halogen gases in gas compression cables and pipes	5	8
TH. TROCKI: Liquid metals as heat-transfer agents	2	—
F. DE CARLI e.a.: Gravimetric investigation into the oxidation of copper-tin alloys at various temperatures	3	1
Y. I. YORISH: Vibration pick-up with frequency range	2	6
W. P. KERKHOF: The calculation of thick-walled cylindrical shells of carbon steel subject to internal pressure	2	—
E. DINGLINGER: The effect of diamond wheel grinding on the surface finish of sintered carbides	5	11
THE ENGINEERING JOURNAL, Vol. 35 — nr 5 van *Mei* 1952		
E. M. RENSAA: Precast reinforced concrete building frames	6	10
L. W. SMITH: Maintenance testing of electrical apparatus	4	—
L. URWICK: The problems of structure and of organization in relation to administration and management	4	—
G. A. MUELLER: The opposed-piston diesel engine	6	8
S. L. BURNS: Concrete aggregates	5	—
S. C. HOLLISTER: Report of committe on adequacy and standards of engineering education	3	—
JOURNAL OF METALS, Vol. 4 — nr 6 van *Juni* 1952		
E. C. HANDWERK: Electric furnace smelting of zinc ores the sterling proces	6	8
R. E. AIKENS: Hot metal mixer linings	2	—
C. C. BENTON: Moroccan ore	1	1
CH. W. SHERMAN and o.: Activity of sulphur in liquid iron and steel	6	7
CH. ERT: Diffusion and precipitation of carbon in some alloys of iron	2	2
T. ROSENQVIS: solid solubility of sulphur in iron	5	6
E. S. BUMPS: Titanium-aluminum system	6	19
D. N. WILLIAMS e.a.: Compression texture of lodide titanium	4	5
H. C. CHANG e.a.: Observations of creep of the grain boundary	7	11
SCHWEIZERISCHE BAUZEITUNG, Jg. 70 — nr 24 van 14 *Juni* 1952		
R. RUCKLI: Strassenverkehrsanalyse	6	13
J. BÖHM: Zeichnerische Bestimmung der Wärmeübergangszahl kondensierender Dämpfe	4	15
O. ZEIER: Werkkantine in Visp der Firma Lonza AG., Basel	1	3
STAHL UND EISEN, Jg. 72 — nr 13 van 19 *Juni* 1952		
W. JANICHE: Untersuchungen über die Entstehung schwarzer Flecken auf der Schienenfahrfläche	9	
F. KUHN: Eisen und Stahl und der Kunstschmied	8	20
Die Möglichkeiten der Verbesserung des Thomasstahls durch Sauerstoffzusatz zum Gebläsewind	4	6
INGENIØREN, Vol. 61 — 24 van 14 *Juni* 1952		
H. A. HØGHOLT: Om anvendelsen af enmandsbetjente sporvogne og busser	9	12
INGENIØREN, Vol. 61 — nr 25 van 21 *Juni* 1952		
R. J. HANSEN: Den ryere udvikling af fraesemaskiner	3	9
REVUE TECHNIQUE LUXEMBOURGEOISE, Vol. 44 — nr 2 van *April-Juni* 1952		
G. GRENIER: Le soufre dans les opérations métallurgiques	1	—
T. BOISSAUX: Aperçu sur la fabrication de pièces en fonte à graphite sphéroidal	7	—
R. HERMANS: Les effets physiologiques de l'éclairage fluorescent	6	4
Recherches et réalisations nouvelles à la station thermale de Mondorf-Etat	6	—
TEKNISK TIDSKRIFT, Vol. 82 — nr 25 van 24 *Juni* 1952		
K. NORDGORD: Bussar eller privatbilar i Stockholmstrafiken	8	2
TEXTIELWEZEN, Jr. 8 — nr 6 van *Juni* 1952		
J. PATTYN: De strovlasvoorziening in 1951	2	—
K. WEIGEL: De economische en technische vooruitgang van de textielmachinebouw op grond van het tentoongesteld materieel op de Technische Jaarbeurs Hannover 1952	3	—

GEZONDHEIDSTECHNIEK

LA TECHNIQUE SANITAIRE ET MUNICIPALE, Vol. 47 — nr 5 van *Mei* 1952		
M. LASABATIE e.a.: La rénovation du service des eaux de la ville de Marseille	13	14
P. KOCH: Avant-projet de captage d'eaux d'alluvions des vals de Seine à la Grande-Paroisse	3	5
DAS GAS- UND WASSERFACH, Jg. 93 — nr 12 van 15 *Juni* 1952		
O. INTZE: Bahnbrecher der öffentlichen Wasserversorgung	2	—
H. KÖSTER: Die Siedlungswasserwirtschaft im Land Nordrhein-Westfalen	3	8
M. PRÜSZ: Die Talsperrenwirtschaft an der Ruhr	5	7
A. RAMSHORN: Die Abwasserfrage im Rheinisch-Westfälischen Industriegebiet	2	4
GESUNDHEITS INGENIEUR, Jg. 73 — nr 11/12 van 11 *Juni* 1952		
W. SCHULE: Ein Beitrag zur Frage der Fuszwärme bei Fuszböden und Bodenbelägen	3	5
J. BÖHM: Neue Nomogramme zur Ermittlung der Wärmeübergangszahl von kondensierendem Wasserdampf	3	3
D. E. AHLQVIST: Ein neues Gerät zur Untersuchung der Wasserdampfdiffusion in Kühlhausbaustoffen	5	8
A. HELLER: Vereinfachung der Berechnung des biochemischen Sauerstoffbedarfs	2	2
G. MÜLLER: Über Klärung und Flockung von Abwasser	3	1

BOUW- EN WATERBOUWKUNDE

	Aantal blz.	Aantal fig.
ENGINEERING NEWS-RECORD, Vol. 148 — nr 22 van 29 *Mei* 1952		
Columbia basin irrigation feted	3	5
PUBLIC ROADS, Vol. 27 — nr 2 van *Juni* 1952		
CH. W. PRISK: The effect of barrier-line lioation at no-passing zones	9	8
F. H. JACKSON: Age-strength relations for air-entrained concrete	6	2
TRAVAUX, Vol. 36 — nr 212 van *Juni* 1952		
F. DUMAS: Les voies navigables du nord et du Pas-de-Calais	18	44
J. COLIN: L'amélioration de l'alimentation en eau du canal de Saint-Quentin	6	8
M. DUTEIL: Éclairage du canal de Saint-Quentin entre Chauny et Jussy	3	8
G. QUILTON: Canal de l'Oise à l'Aisne	4	7
M. J. VELITCHKOVITCH: Le port fluvial de Rouen	7	19
R. VADOT: La transformation de l'usine de pompage de Valcourt près de Toul destinée à l'alimentation en eau du canal de la Marne au Rhin	5	8
R. POITRAT: Nouvelles méthodes d'entretien des ouvrages de la régularisation du Rhin	15	30
L. GEOFFROY: Aménagement et amélioration de la prise d'eau des Lorrains, sur l'Allier	6	19
R. BOEUF: Les ports fluviaux de Mâcon et de Chalon-sur-Saône	12	9
J. BAUDET: Nouveau pont mobile de Montceau-les-Mines sur le canal du centre	2	2
REVUE DE LA NAVIGATION INTÉRIEURE ET RHÉNANE, Vol. 24 — nr 12 van 25 *Juni* 1952	5	3
J. VILLARD: La navigation intérieure en U.R.S.S.	5	3
Sur le Rhône, de Lyon à Donzère-Mondragon	4	13

BETON

BETON- UND STAHLBETON, Jg. 47 — nr 6 van *Juni* 1952		
H. VOGT: Vorgespannte Zweigelenkbogenscheibenbrücke über die Eider in Kiel-Schulensee	4	8
H. WALTER: Der Einfluszder Schwindens und Kriechens bei Verbundträgern	6	16
G. FRANZ: Grundsätzliches zum Vorspannen von Balken und Rahmen	4	23

ELECTROTECHNIEK

POWER, Vol. 96 — nr 6 van *Juni* 1952		
Where do central station control and instrumentation stand today	5	9
E. CONDICT: Don't overheat centrifugal pumps	1	2
M. WEICHERS: Good design solves coal-handling	2	3
M. E. BRINES: Demineralization builds up an excellent operating record	4	10
O. S. LIEBERG: Shave your heating costs with H—P H.T. hot water systems	2	7
THE PROCEEDINGS OF THE INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS, Vol. 99 — nr 69		
P. BINGLEY: The characteristics and control of rectifier,motor variable-speed drives	14	17
L. B. TURNER: Two electronic resistance or conductance meters	8	11

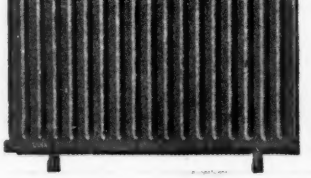
WERKTUIG- EN SCHEEPSBOUW

APPLIED MECHANICS REVIEWS, Vol. 5 — nr 6 van *Juni* 1952		
W. RAMBERG: Mechanical testing of solid materials	4	—
BRENNSTOFF-WÄRME-KRAFT, Jg. 4 — nr 6 van *Juni* 1952		
H. SCHMITZ: Kohlenwirtschaftliche Anregungen zum Kohlenplan des Europäischen Wirtschaftsrates für die Jahre 1952 bis 1956	4	1
O. ELWER: Betriebserfahrungen an einem Kohlenstaubkessel mit Zusatz-wanderrost	4	5
L. KINKELDEI: Das Arbeitsvermögen der Hochdruck-Dampfspeicherlokomotive	3	5
H. HAFERKAMP: Druckverlustmessungen an Absperrschiebern mit eingezogenem Querschnitt	3	11
L'ALUMINIUM, Jg. 29 — nr 188 van *Mei* 1952		
A. GUILHAUDIS: La tenue des alliages légers à la corrosion marine (vervolg)	5	1
G. MEYNET e.a.: Le polissage électrolytique des alliages légers Al-Si-Fe pour l'examen micrographique	3	6

MIJNBOUW- EN PETROLEUMTECHNIEK

JOURNAL OF THE INSTITUTE OF PETROLEUM, Vol. 38 — nr 341 van *Mei* 19352		
F. H. GARNER: Pre-flame reactions in diesel engines	44	17
S. L. NEPPE: The practical value of viscosity number and related indices as compared with other established methods of bitumen characterization (vervolg)	16	10
L. MASSEY: The deterioration of transformer oil	33	27

Fotocopieën van artikelen zijn voor leden van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs te bestellen bij de Algemeen Secretaris, Prinsessegracht 23, 's-Gravenhage, tegen de prijs van f 0,60 per gefotografeerde bladzijde tot A 4 (Ingenieur's) formaat. Bij grotere maten worden 2 foto's per bladzijde genomen.



„DURA"

Staalplaatradiatoren
Paneel- en Ledenmodel

Fabrikante:

M. DUINTJER & ZN. N.V.

WILDERVANK

De meest uitgebreide internationale demonstratie van metaalbewerkingsmachines en aanverwante producten ooit gehouden. Een zeer bijzondere tentoonstelling die bezocht moet worden door iedereen die belang stelt in gereedschapsmachines.

INTERNATIONAL MACHINE TOOL EXHIBITION 1952

INTERNATIONALE TENTOONSTELLING
VAN METAALBEWERKINGSMACHINES

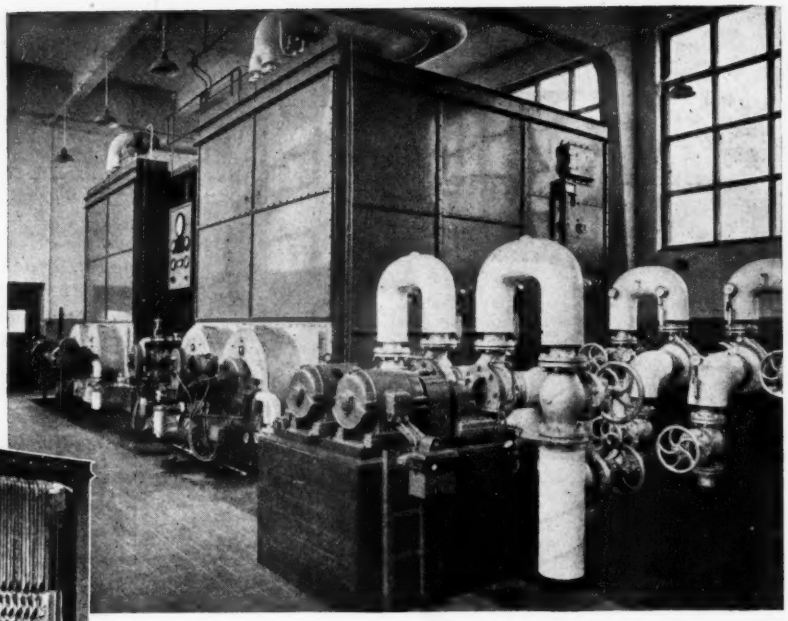
OLYMPIA · LONDEN · ENGELAND

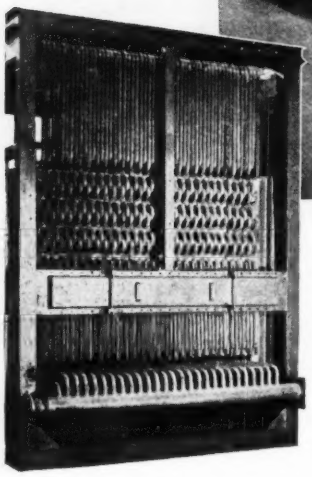
17 SEPTEMBER - 4 OCTOBER

Onder het grote dak van de Londense Olympiahallen, zult U een reusachtige verzameling van de vernuftigste gereedschapsmachines aantreffen, vervaardigd door de meest vooraanstaande landen op dit gebied. U zult er ook kennis kunnen maken met de jongste verbeteringen in productie-methoden. Besluit vandaag nog naar Engeland te gaan.

Georganiseerd door de Machine Tool Trades Association of Great Britain,
Victoria House, Southampton Row, London. WC 1, England.

Baudouin



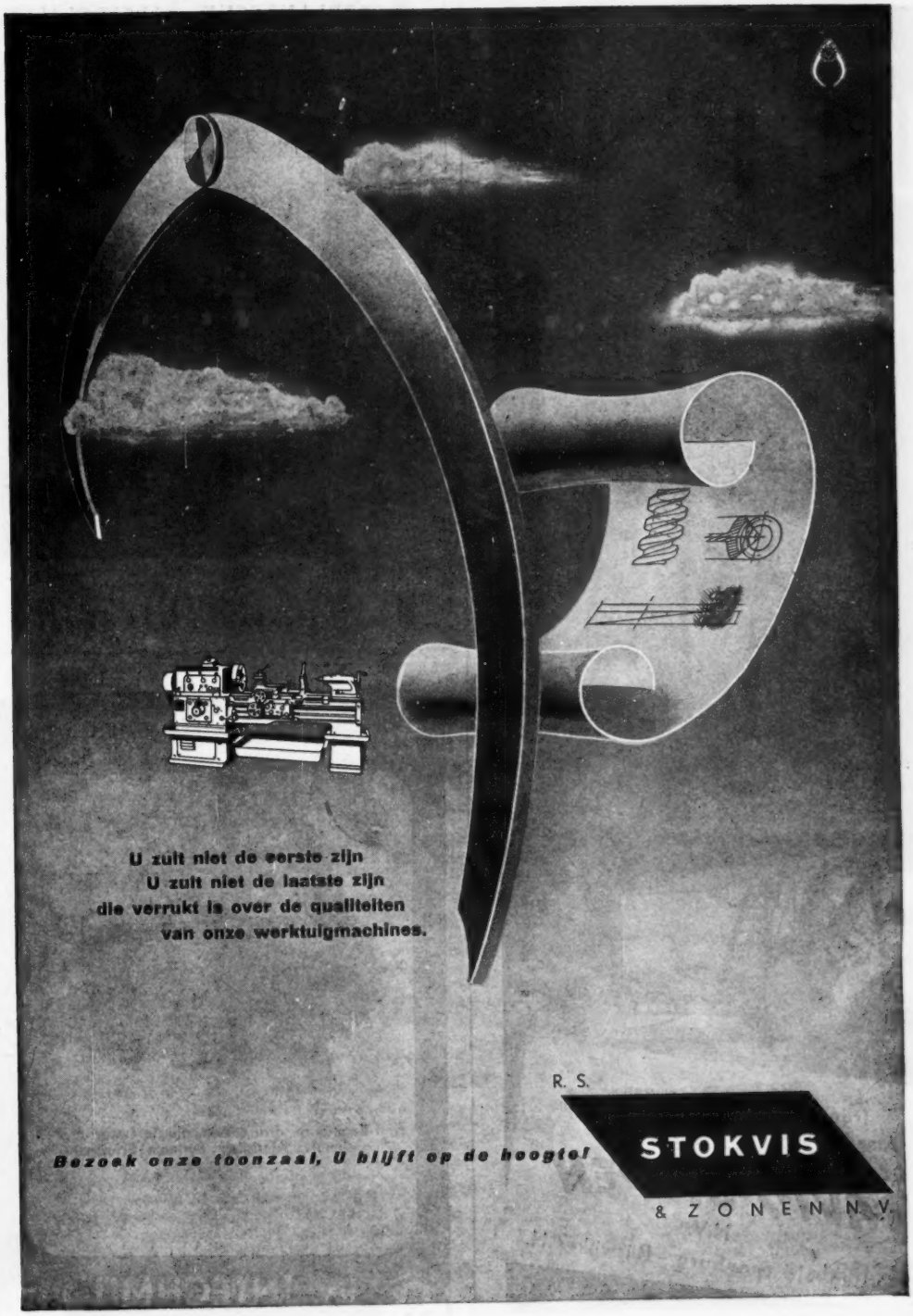


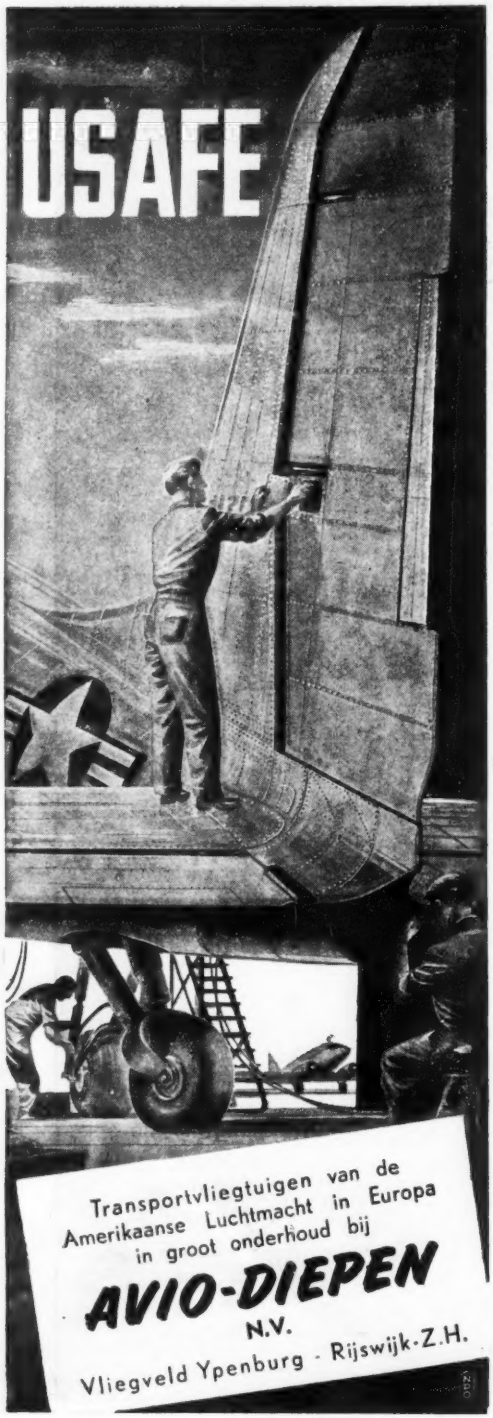
Een model installatie....

Twee heetwater-ketels volgens La Mont principe elk met een capaciteit van 5.000.000 kcal/h bij een werkdruk van 12 ato. Opgesteld in de nieuwe Enkalon fabriek der Algemene Kunstzijde Unie te Emmen. De detailfoto geeft een beeld van een deel van het pijpsysteem van een La Mont ketel. Voor efficiency in heetwaterbereiding:

N.V. BRONSWERK BRONSWERK **AMERSFOORT**

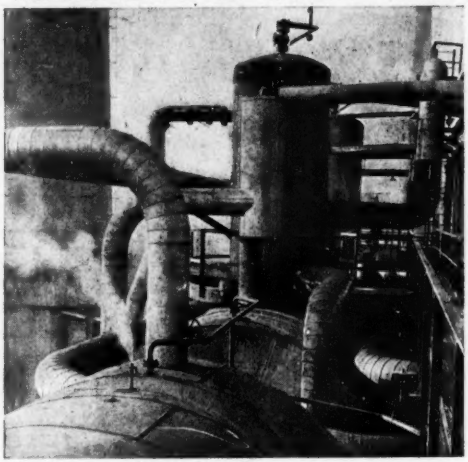
AMSTERDAM – ROTTERDAM – SITTARD – LEEUWARDEN – APELDOORN – VLISSINGEN – ANTWERPEN


U zult niet de eerste zijn
U zult niet de laatste zijn
die verrukt is over de qualiteiten
van onze werktuigmachines.
Bezoek onze toonzaal, U blijft op de hoogte!
R. S.
STOKVIS
& ZONEN N.V.



NEDERLANDSCHE ELECTROLASCH
MAATSCHAPPIJ N.V.

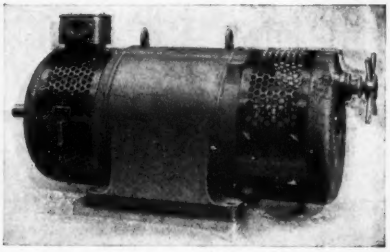
TEL. 22941 LEIDEN POSTBUS 6
FABRIEKEN: LEIDEN - OUDEWETERING - SITTARD



Voedingwater-ontgassingsinstallatie

NEM-WATERZUIVERING

THE BRITISH
THOMSON-HOUSTON CO. LTD.



Regelbare draaistroomcollectormotor met shuntkarakteristiek (Systeem Schrage)

B T-H

N.V. „INTECHMIJ"
'S-GRAVENHAGE - KNEUTERDIJK 2A
TEL. 182635 EN 182636

B T-H

DE INGENIEUR

O. TECHNISCH WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK 9.

Symposium terugkoppeling

621.398

IV. Positie-sturing als practisch voorbeeld van terugkoppeling[1)]

door ir G. BAZUIN
N.V. Hollandse Signaal Apparaten, Hengelo.

Summary: *Description of a simple position control system.*

In the next article a simplified description is given of a position control system. After a short introduction of the problem, the advantages of using synchro's or magslips are discussed. The use of split-field motors over other types may be indicated by the circumstances (need of rather high power or torque).

A simple universal amplifier is described; photographs of the different components are shown.

Tolerances of the mechanical parts should be as low as possible when full use of available accuracy is to be made.

Op zeer veel plaatsen in de techniek komen „positie-sturingen" voor; onder een positie-sturing zullen we hier verstaan een systeem, waarin een element op de een of andere wijze de positie van een ander element volgt. Wanneer het laatstgenoemde element versteld wordt, tracht het eerste deze verstelling te volgen. We kunnen hier te maken hebben met een meetsysteem voor afstandsbediening b.v., doch ook met een copieerinrichting van een draai- of freesbank.

In het algemeen zullen bepaalde eisen aan de positie-sturing gesteld worden. Deze kunnen zijn:

1. de *nauwkeurigheid* waarmee een bepaalde stand moet worden overgebracht (denk aan de copieerinrichting);
2. het vereiste *energie-niveau*, dat zo hoog kan liggen dat de gewenste verstelling niet met de hand zou kunnen gebeuren (het voldoende snel op het doel brengen van een geschutsopstelling of het draaien van het roer van een groot schip);
3. de *transformatie* van bepaalde physische en/of rekengrootheden.

De laatste soort komt veelvuldig voor in reken-apparatuur zoals die in vuurleidinginstallaties wordt gebruikt. Een grootheid A is op eenvoudige mechanische wijze te berekenen uit een andere grootheid B, terwijl het omgekeerde moeilijk is te verwezenlijken. Wanneer men nu B uit A moet berekenen, lukt dit vaak door „indirect" te werk te gaan.

In tegenstelling tot de stof der voorgaande sprekers zal in wat nu volgt geen theoretische beschouwing over terugkoppeling worden opgenomen, en zal ook geen opsomming worden gegeven van alle mogelijke soorten van mechanismen, waar terugkoppeling een rol speelt. In de eerste plaats is de daarvoor toegemeten tijd te kort, doch daarnaast leek het de symposiumcommissie nuttig en interessant, wanneer enkele technische gegevens over één der moderne soorten van een positie-sturing besproken konden worden.

Wat we zullen behandelen is sterk vereenvoudigd weergegeven in fig. 1. Een bepaalde beweging θ_i, hier voorgesteld als afkomstig te zijn van een handwiel, moet worden overgenomen door een motor M, waaraan een bepaalde last gekoppeld is, m.a.w. we willen bereiken dat $\theta_u = \theta_i$ is.

In eerste instantie lijkt het mogelijk het gestelde doel te bereiken zonder terugkoppeling. In fig. 2 is een opstelling getekend, waarin geen terugkoppeling is toegepast. *G* is een generator (een dynamo dus), waarin een spanning wordt opgewekt wanneer er aan het handwiel gedraaid wordt. Deze spanning wordt, via een versterker, toegevoerd aan de motor *M*. Het hier geschetste systeem zal, zoals velen Uwer wel bekend zal zijn, zéér veel moeilijkheden opleveren. De eisen, te stellen aan de lineariteit van generator, versterker en motor, zijn hoog. Vooral de versterker zal bijna niet zo te maken zijn, dat we geen last krijgen van veroudering van buizen, variaties in de voedingsspanning etc. Verder is het systeem niet positie„stijf", dat wil zeggen er treedt geen enkele reactie op, als we de motor over een bepaalde hoek verdraaien.

Het in fig. 3 getekende systeem zal veel beter werken, omdat het de meeste der genoemde nadelen niet bezit. Hier wordt via een sommator („differentieel") door draaien aan het handwiel een potentiometer versteld; deze geeft een spanning af evenredig aan $\theta_i - \theta_u$, waardoor via een versterker de motor *M* gaat draaien. De motor brengt de potentiometer weer op nul terug. In principe hebben we hier dus een positie-sturing, die de belangrijkste voordelen van terugkoppeling in zich verenigt, te weten:

a) de grotere nauwkeurigheid, ook met eenvoudige middelen;
b) de veel eenvoudiger te construeren versterker;

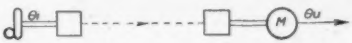


Fig. 1. Principe van een positiesturing.

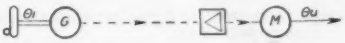


Fig. 2. Positiesturing zonder terugkoppeling.

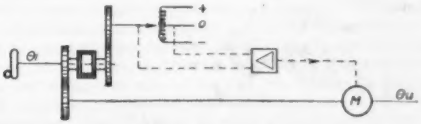


Fig. 3. Positiesturing met terugkoppeling.

[1)] Voordracht op het Symposium terugkoppeling voor de Sectie Regeltechniek, op 28 Sept. 1951.

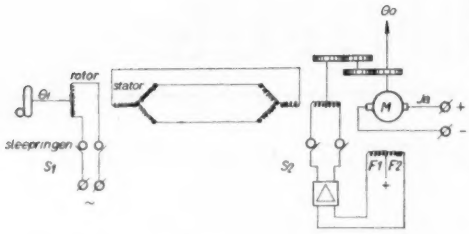


Fig. 4. Positiesturing met gebruik van magslips.

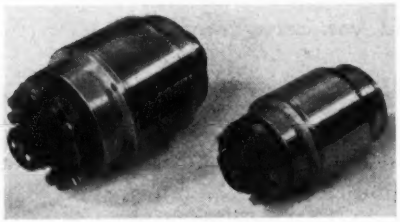


Fig. 5. Magslips in 2" en 3" uitvoering.

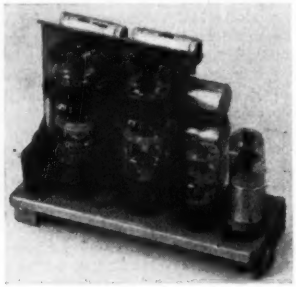


Fig. 6. Servo-versterker.

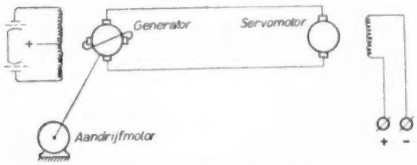


Fig. 7. Amplidyne schakeling.

c) de veel geringere gevoeligheid voor spanningsvariaties, belastingsverschillen etc.

In het algemeen zal het niet practisch blijken het systeem van fig. 3 te gebruiken, omdat daarbij tussen θ_i en θ_u een mechanische verbinding moet bestaan.

In veel gevallen is het noodzakelijk het systeem op afstand te bedienen. We kiezen daarom het systeem dat hierna uitgebreider zal worden behandeld, en dat zéér schematisch in fig. 4 is weergegeven. Hier is gebruik gemaakt van een vooral in de laatste tien jaar steeds meer gebruikt element, n.l. de „synchro" of „magslip", dat hier de rol van *meetorgaan voor de positie-fout* tussen θ_u en θ_i vervult. Voor diegenen onder U, die dit element niet kennen, diene de volgende korte toelichting.

Het systeem heeft een driefazig bewikkelde stator, en een éénfaze rotor. De rotor van $S1$ wordt via sleepringen gevoed door een wisselspanning. In de stator worden hierdoor drie spanningen geinduceerd, die via de stator van $S2$ aanleiding geven tot het ontstaan van een spanning in de rotor van deze laatste, behalve wanneer de beide rotoren loodrecht op elkaar staan. De eventuele „foutspanning" wordt via een versterker aan de gelijkstroommotor M toegevoerd, en wel, al naar gelang de vereiste draairichting, aan één der beide veldwikkelingen F_1 of F_2. Door het anker van de motor loopt een constante stroom Ia.

In het volgende zullen we de drie hoofdonderdelen van deze soort positie-sturing, n.l. de magslip, de versterker en de motor iets nader beschouwen.

Wat zijn de voordelen van de toegepaste synchro's?

1. de zéér grote nauwkeurigheid (1/1000 à 1/2000 omw.),
2. het kleine wrijvingskoppel (3 à 10 gram. cm.),
3. geschikt voor afstandsbediening,
4. de continu verlopende foutspanning (in tegenstelling tot de „trapjeslijn" van een potentiometer b.v.),
5. geschikt voor een z.g. grof-fijnschakeling, waardoor een totale nauwkeurigheid van 1 op 10^4 à 10^5 te bereiken is,
6. geschikt als eenvoudig rekenelement (optellen en aftrekken).

In fig. 5 is een afbeelding van enkele door ons gebruikte systemen gegeven. Op enkele interessante technische details kan ik helaas niet ingaan.

Een korte uiteenzetting van een grof-fijnschakeling moge hier volgen. Zoals reeds gezegd bezit een synchro geen absolute nauwkeurigheid. Stel, we wensen de stand van een as over te brengen met een nauwkeurigheid van 1 : 10.000, terwijl we „slechts" de beschikking hebben over synchro's met een nauwkeurigheid van 1 : 2000 (d.w.z. de maximale nastuurfout bedraagt 1/2000 omwenteling van het nastuursysteem op wel ongeveer 10 minuten). We kunnen nu het stuursysteem met een overbrenging van 10 : 1 koppelen aan de as, waarvan we de positie willen nasturen. Nu bestaat echter het gevaar, dat na het uitvallen van de spanning of iets dergelijks het nastuursysteem één of meer omwentelingen gedraaid staat t.o.v. het stuursysteem. Om dit te voorkomen koppelen we een tweede stuur-resp. nastuursysteem aan de as en de motor, en wel b.v. 1 : 10 met de reeds aanwezige magslips. De spanning van dit „grofsysteem" voeren we toe aan een relais; in het veronderstelde geval van verdraaiing van het „fijn-nastuursysteem" t.o.v. het stuursysteem over één of meer omwentelingen zal dit relais dus aantrekken; hierdoor wordt de versterker (tijdelijk) aan de groftransmissie gekoppeld, zodat de motor dus weer zijn juiste stand op gaat zoeken. Zo gauw deze stand bijna bereikt is, valt het relais af, zodat het fijnsysteem de taak weer overneemt.

De *versterker* is een eenvoudig element; deze bestaat uit drie delen, nl. in de eerste plaats een fazegevoelige gelijkrichter, die het ontvangen wisselspanningssignaal gelijk richt, en meteen aangeeft of de foutspanning „positief" of „negatief" is ($\epsilon > o$ of $\epsilon < o$). Daarna komt een versterkertrap waarin eventueel fazeverschuivende netwerken kunnen worden aangebracht. Tenslotte komt de eindtrap, die de velden-ergie aan de motor levert. De eisen, die aan de versterker gesteld worden, zijn niet erg hoog. In fig. 6 zien we de versterker, ondergebracht op een eenvoudig schuifchassis. De verbinding met de motor en de voedingapparatuur komt tot stand via een meerpolige plug.

Het derde hoofdonderdeel in de keten is de z.g. „split-field" motor, die, zoals de naam reeds aangeeft, een dubbele veldwikkeling bezit. Eén der beide wikkelingen wordt door de versterker bekrachtigd, al naar gelang de motor rechts- of linksom moet lopen. Het nadeel van het gebruik van een gelijkstroommotor, n.l. dat deze een collector en koolborstels bezit, wordt t.o.v. andere soorten van servo-motoren zeker gecompenseerd door de volgende voordelen:

In de eerste plaats is het door de versterker te leveren vermogen klein t.o.v. het totale vermogen (vgl. de twee-fazenmotor, waarbij minstens de helft van het vermogen door de versterker moet worden geleverd). Een ander voordeel uit gebruiksoogpunt is het feit, dat een continu belasting naar één kant (b.v. een veer-belasting) geen aanleiding kan geven tot

verbranden van de motor (vgl. een Ward-Leonardschakeling). De koppel-toerenkarakteristiek is door de toegepaste schakeling om het anker te voeden uit een spanningsbron met hoge inwendige weerstand practisch een rechte lijn bij een bepaalde stroom door één der beide veldwikkelingen.

In fig. 8 zien we een paar motoren, van verschillende grootte en vermogen. Al deze motoren zijn geschikt voor aansluiting aan dezelfde versterker, alleen de ankerstroom, en daardoor het geleverde koppel, is verschillend.

Voor grotere vermogens (boven 100 Watt) is het niet meer zo eenvoudig split-fieldmotoren te construeren. De zelfinductie der wikkelingen wordt hoog, waardoor bij plotselinge belastingsstoten grote zelfinductiespanningen ontstaan (bij de kleinere motoren soms reeds 2000 Volt). De eisen te stellen aan de isolatie en dergelijke worden daardoor te hoog, zodat het aanbeveling verdient over te gaan op een ander principe. De „roterende magnetische versterker" (amplidyne-metadyne) is een geschikte servomotor tot vermogens van 500 of 1000 Watt. In fig. 7 is het principe weergegeven. De versterker voedt hier de z.g. metadyne-generator, die door een motor wordt aangedreven. De in het anker opgewekte e.m.k. wordt toegevoerd aan de servomotor die een constante veldbekrachtiging heeft. Nadere bijzonderheden over de metadyne moeten hier achterwege blijven.

De fabricage van apparaten, waarin de hiervoor besproken onderdelen worden toegepast, is in het algemeen geen eenvoudige zaak, als we tenminste de ter beschikking staande nauwkeurigheid willen benutten. In vele apparaten komen tandwieloverbrengingen voor, waardoor het gevaar van *speling* enerzijds en het optreden van *zwaar lopen* anderzijds, niet denkbeeldig is. Beide zijn uit servo-technisch oogpunt ontoelaatbaar, daar ongewenste oscillaties en grote fouten er het gevolg van kunnen zijn. Het toepassen van *kogellagers* is dan ook bijna steeds noodzakelijk. Tandwielen moeten met de grootste precisie gemaakt worden, en slechts de moderne fabricagemethoden maken het mogelijk een in alle opzichten bevredigende apparatuur te bouwen, waar het gaat om de genoemde nauwkeurigheden.

Tenslotte moge ik er nog even op wijzen, dat toepassing van synchro's niet beperkt is tot de combinatie met de besproken split-fieldmotoren. Ook bij de twee-fazenmotor en bij hydraulische sturingen wordt zéér veel gebruik gemaakt van deze elementen. De eigenschappen van diverse soorten synchro's lopen nogal sterk uiteen. De hiervoor vermelde gegevens zijn dan ook slechts een gemiddelde. Een Amerikaanse fabriek maakt b.v. momenteel een synchro met een wrijvingskoppel van 0,005 gcm. De gebruiksmogelijkheden van deze elementen zijn dan ook vrijwel onbeperkt. In Nederland is het toepassingsgebied tot nu toe begrensd. Ik ben er echter van overtuigd, dat in de fabricage van diverse automatische regelapparaten, van systemen met afstandsbediening en van aanwijzende en registrerende meetapparatuur grote mogelijkheden liggen. Daarom zullen we de kansen moeten benutten als we de achterstand willen inhalen, die op dit gebied in ons land is ontstaan. Ook het onderwijs blijft op dit punt helaas nog in gebreke.

Fig. 8*a*.

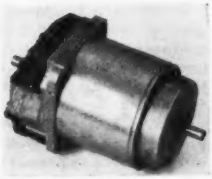


Fig. 8*b*.

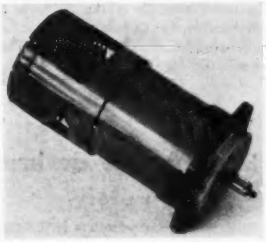


Fig. 8*c*.

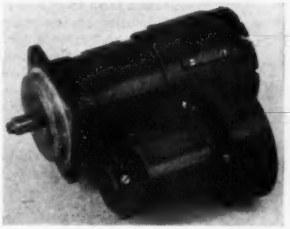


Fig. 8*d*.

Fig. 8.
Servo-motoren met een maximaal vermogen van resp. 11, 22, 45 en 90 Watt.

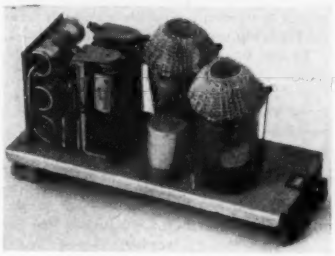


Fig. 9.
Dubbele grof-fijn schakelaar.

Beraadslaging

Ir J. DE MIRANDA: Waar zit in de synchro-sturing eigenlijk de terugkoppeling? Toch niet in de eigenlijke magslip, daar deze te zien is als een lange tordeerbare as. Misschien in de combinatie servomotor-versterker?

Ir BAZUIN: De terugkoppeling zit inderdaad in het nastuursysteem. Hier wordt de input, n.l. de stand van het magnetisch veld van de stator, aangesloten op het stuursysteem, vergeleken met de stand van de rotor, en daarmee dus met de output. De terugkoppeling is hier dus een electromagnetische (vgl. ook Brown and Campbell, „Principles of servomechanisms" hfdst. 5.).

Ir E. KLAUS: Het terugkoppelend element bevindt zich tussen de 2e magslip en de motor. Immers de magslip staat electrisch met de servomotor in verbinding, terwijl de terugkoppeling mechanisch plaats vindt.

Ir BAZUIN: Deze zienswijze wijkt eigenlijk weinig af van de hiervoor genoemde. Wanneer men een positie-sturing gaat analyseren en een „blokdiagram" gaat opzetten, kan het vergelijken van θ_u en θ_i zowel in de vorm van electrische spanningen, als in de vorm van de stand van twee assen gedacht worden. In het laatste geval worden de beide magslips dus getekend als een (mechanisch) differentiaal, met een „blok" met „transferfunctie" K, waarin $\theta_i - \theta_u = \epsilon$ omgezet wordt in $\epsilon_\epsilon = K\,\epsilon$.

Drs K. H. J. BOKHOVE: Gelijkstroom- en wisselstroomgalvanometers zijn electromechanische systemen, gekoppeld via een hulpmagneetveld dat constant resp. periodiek wisselt. Men krijgt labiliteit bij de wisselstroomgalvanometer, echter niet bij de gelijkstroomgalvanometer. Zij zijn op te vatten als teruggekoppelde systemen. De energiebron, die bij een versterker optreedt in de vorm van een voedingapparaat, wordt hier geboden in de vorm van een uitwendig magneetveld.

Ir BAZUIN: Inderdaad zijn er talrijke verschijnselen, die opgelost kunnen worden met de theorie, die ook op servomechanismen wordt toegepast. Op de theorie is echter niet ingegaan, daar dit in het toegemeten tijdsbestek onmogelijk was. Ik meen daarom beter te doen op deze vraag niet verder in te gaan.

Dr P. G. CATH: Er werden terloops opmerkingen gemaakt over de precisie-eisen voor kamwielen en kogellagers. „Nabehandeling" van de bestaande producten blijkt nodig. Reeds nu zijn voor deze beide mechanische onderdelen uitvoeringsvormen bekend, die nogal nauwkeurig zijn. Voor kamwielen wordt gedacht aan die welke de uur- en telwerk-industrie bezigt. Bekend is, dat de toleranties der kogels voor kogellagers scherp zijn gesteld. Kan spreker quantitatieve opgaven doen van de eisen die hij stelt bij de gekozen uitvoeringsvormen en ook welke factoren de gestelde toleranties bepalen? Waarin bestaat de „nabehandeling" van kogellagers? Zijn verder de eisen voor kamwielen zwaarder dan die welke gesteld worden in de horloge-industrie?

Ir BAZUIN: Het is moeilijk algemene cijfers te noemen; de toepassing speelt hierbij een grote rol. Een vrij „normale" steekcirkel-tolerantie voor een tandwiel met een diameter van 60 mm is bv. 0,010 mm. In de uurwerk-industrie zijn de eisen, die aan de tandwielen gesteld worden, over het algemeen van andere aard. Lichtlopen is voor uurwerken meestal de eerste eis. Speling tussen de tandwielen is daar meestal niet zo funest als bij een servomechanisme. De door ons toegepaste nabehandeling van kogellagers is het lappen van de binnen- en de buitenring van het lager. Daarnaast worden veelal „precisie lagers" toegepast.

Factoren die de kruip van metalen beïnvloeden

539.373 : 620.172.251.2

door ir J. J. DE JONG
Natuurkundig Laboratorium N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken Eindhoven-Nederland

Summary: *Factors bearing on the creep of metals and alloys.*

The author tries to give a systematical review of the different structural factors (temperature and stress being excluded) bearing on the creep of metals and alloys. To this purpose the factors have been divided into „internal factors" and „external factors". By the former are meant those influences which act through the whole of the material whereas for the action of the latter the surrounding atmosphere is of prime importance.

Some points have been dealt with somewhat more in detail as for instance:

grainboundary segregations in pure metals
structural changes in carbides of the low alloy molybdenum steels
mechanical strengthening by oxidelayers
age-hardening

In this latter case it is shown that there is still a considerable lack of detailed information on a point that is of utmost importance in the field of creepresistant alloys.

I Algemene beschouwingen

A. Doel van het artikel:

Er wordt in dit artikel een poging gedaan om verschillende gegevens, die verspreid in de literatuur staan, te ordenen en samen te vatten, om op die manier de verschillende invloeden, die bij kruip een rol kunnen spelen, beter te overzien.

Er zijn vooral twee redenen die een dergelijke opzet motiveren:

1° De practische kant van het kruipvraagstuk waarbij men zowel voor de productie als voor het gebruik van kruipvaste legeringen een zo goed mogelijk overzicht moet hebben van de verschillende factoren die de kruip beïnvloeden.

2° Omdat het zonder deze kennis niet mogelijk is de juiste omstandigheden te kiezen voor de experimenten die tenslotte de grondslag moeten leveren voor de theoretische beschouwingen over wezen en mechanisme van het kruipverschijnsel.

Als men zich n.l. verdiept in het theoretische werk, dat er over kruip gepubliceerd is, ontkomt men niet aan de indruk dat de experimentele basis daarvan dikwijls wel zeer smal is. Anderzijds is het kruipverschijnsel door zijn uitgesproken gevoeligheid voor velerlei invloeden zo gevarieerd dat er voor ieder der onderling soms diepgaand verschillende wiskundige formuleringen bijna altijd wel een passende experimentele illustratie te vinden is. Bij oppervlakkige beschouwing lijkt daardoor de steun die de experimenten aan een theorie verlenen soms groter dan hij in werkelijkheid is.

B. Algemene criteria voor de technische bruikbaarheid:

De mogelijkheid van de technische toepassing van een metaal (legering) wordt in laatste instantie steeds bepaald door zijn sterkte-eigenschappen.

Bij de beoordeling of een bepaald materiaal speciaal geschikt is om langdurig bij hoge temperatuur gebruikt te worden, heeft men zowel met zijn mechanisch als met zijn chemisch gedrag te maken. Beïnvloeding van de levensduur door erosie is in het algemeen niet kenmerkend voor het gebruik bij hoge temperatuur.

1. *Mechanisch gedrag:*

Bij het gebruik van metalen bij lage temperatuur — en in de meeste gevallen is kamertemperatuur als zodanig te beschouwen — zijn we ermee vertrouwd geraakt dat de vervorming, die zich vrijwel onmiddellijk na het aanbrengen van de belasting instelt, met de tijd niet verandert, speciaal als deze belasting beneden de vloeigrens ligt. Dit wordt anders, ook voor de genoemde betrekkelijk lage belastingen, indien het constructie-materiaal aan hoge temperaturen blootgesteld wordt. Hierbij komt aan het begrip „hoog" een uitermate relatieve betekenis toe, die in de eerste plaats bepaald wordt door de aard van het materiaal (waarbij het smeltpunt een belangrijke karakteristiek is) en wel in het bijzonder door de mate van bewegelijkheid van de atomen, eventueel van een bepaald deel der atomen. Verder ook door de practische eisen, die men van geval tot geval stelt. Onder deze laatste neemt de tijd in de vorm van de te garanderen levensduur een dominerende plaats in. Afhankelijk van de toepassing kan deze levensduur variëren, van bijv. 300 uur voor gevechtsvliegtuigen tot meer dan 100.000 uur voor turbines.

2. *Chemisch gedrag:*

De chemische eigenschappen van de legering bepalen de inwerking van de omringende atmosfeer op het materiaal. Onder bepaalde omstandigheden kan de aanwezigheid van een mechanische spanning aan deze inwerking een speciaal karakter geven (spanningscorrosie). Voor de beoordeling op mogelijkheid van toepassing kan de invloed van de omgeving het beste „vertaald" worden in mechanische grootheden: in het eenvoudigste geval door een spanningsverhoging vanwege materiaalverlies b.v. tengevolge van oxydatie in lucht. Hoe belangrijk het chemisch gedrag in de practijk is blijkt hieruit, dat het door de volkomen onvoldoende oxydatiebestendigheid onmogelijk is om molybdeen en wolfraam als zodanig toe te passen als constructiemateriaal bij hoge temperatuur in lucht, ofschoon deze metalen daarvoor door hun mechanische eigenschappen uitzonderlijk goed geschikt zouden zijn. Dit laatste wordt

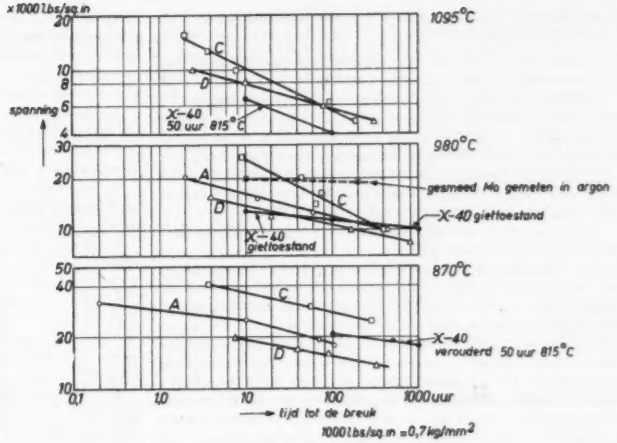


Fig. 1. Kruipvastheid van molybdeen volgens de metingen van CROSS en medewerkers [1] voor gerekristalliseerd materiaal in vacuum bij 1095°, 980° en 870 °C (de letters A, C en D geven de verschillende herkomst der onderzochte monsters aan) en volgens de meting van LONG, DIKE en BEAR [2] aan gesmeed materiaal in argon bij 980 °C. Ter vergelijking zijn de waarden van een moderne „superalloy" op cobalt basis (X—40) mede aangegeven.

duidelijk aangetoond door enkele recente metingen over de kruipvastheid van molybdeen [1, 2] in de vorm van tijd-tot-de-breukproeven (zie fig. 1).

3. *Erosie*:

Ofschoon we reeds hebben opgemerkt, dat erosie in het algemeen niet kenmerkend is voor omstandigheden waar bij hoge temperaturen gewerkt wordt, kan het toch zijn dat afbladderend oxyde de oorzaak is van een soort erosie dat wel direct gekoppeld is aan het feit dat het materiaal bij hoge temperaturen in bedrijf is.

C. Experimenteel gemeten vervorming:

Bij de experimenten, die dienen om de invloed van verschillende factoren op de kruipvastheid na te gaan, wordt in verreweg de meeste gevallen het materiaal in de vorm van een proefstaaf in lucht aan een eenassige statische trekspanning onderworpen en men meet of registreert daarbij dan de vervorming als functie van de tijd. Bij proeven met een technische opzet bepaalt men bovendien de tijd-tot-de-breuk.

De totale vervorming onder belasting geeft wel een beeld dat goed aansluit bij de bedrijfsomstandigheden, doch het maskeert de verschillende soorten vervorming waaruit dit geheel opgebouwd is, nl. de spontaan-elastische vervorming, de met de tijd omkeerbare vervorming (de an-elastische vervorming: een bedrag dus dat na het wegnemen van de belasting met de tijd weer verdwijnt) en de met de tijd blijvende vervorming (de plastische vervorming) (zie fig. 2).

De gedetailleerde kennis van deze verschillende bijdragen kan van groot belang zijn zowel voor het inzicht in het wezen der verschijnselen en het toetsen van theoretische beschouwingen daarover, alsook in het practische geval dat men te maken heeft met toelaatbare vervormingen van enkele tienden van een procent. In dit laatste geval dragen de spontaan-elastische vervorming (0.06% voor staal bij 10 kg/mm² en 500°) en de an-elastische vervorming (ongeveer 0.05% bij staal [3]) zeer aanzienlijk bij tot de totale vervorming.

In het algemeen is het zo dat de proeven, die in het kader van fundamentele research uitgevoerd worden, gekenmerkt worden door een korte duur en een grote vervorming, terwijl bij de proeven, die dienen om de constructeur de noodzakelijke gegevens te verschaffen, de nadruk valt op kleine vervormingen en lange tijden. De principiële proeven staan door hun opzet dus dikwijls ver van de practijk af.

D. Inwendige en uitwendige factoren:

Om practische redenen is het nuttig om de factoren, die het gedrag van een materiaal beinvloeden, te onderscheiden in „inwendige" en „uitwendige" factoren. Onder „inwendige factoren" worden dan verstaan de invloeden die „van binnen uit" door de gehele massa van het materiaal werken, terwijl de uitwendige factoren hun invloed primair uitoefenen door een inwerking van de omgevende atmosfeer, waarvan het effect dikwijls beperkt blijft tot een betrekkelijk dunne laag, grenzend aan het contactvlak tussen materiaal en omgeving.

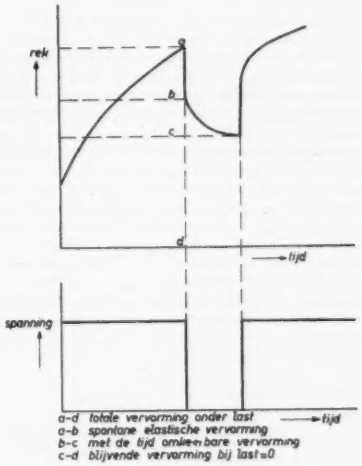


Fig. 2. Voorstelling van de verschillende soorten vervorming die bij kruip een rol spelen.

Beide soorten invloeden kunnen ook beschreven worden als structuurveranderingen, macroscopisch gezien respectievelijk homogeen en heterogeen en de kennis ervan is hierom zo belangrijk, omdat kruip één van de meest structuurgevoelige verschijnselen is die we kennen.

In het algemeen is het niet mogelijk om de invloed van de „inwendige" en die van de „uitwendige" factoren in een bepaald geval nauwkeurig te scheiden. Eensdeels is onze kennis omtrent het mechanisme van de langzame vervorming bij hoge temperatuur en grote tijden daarvoor nog te gebrekkig en anderzijds zijn de samenstellingen der technische legeringen daarvoor te ingewikkeld en te ondoorzichtig. Dit laatste is goeddeels een gevolg van het eerste, tengevolge waarvan de ontwikkeling van practisch bruikbare legeringen het inzicht in het wezen der verschijnselen ver vooruit is.

II Algemene opmerkingen over het mechanisme van de kruip

Voordat we de verschillende factoren afzonderlijk gaan bespreken, willen we eerst enkele zeer algemene opmerkingen over het kruipmechanisme vooraf laten gaan. De vervorming, die bij het kruipen optreedt, komt tot stand door processen die zich gedeeltelijk op de kristalgrenzen en gedeeltelijk in de afzonderlijke kristallen zelf afspelen. We kunnen onderscheiden:

1° visceus vloeien op de kristalgrenzen[1]) waarbij de kristallen een zekere draaiing kunnen ondergaan, zonder dat ze daarbij echter blijvend vervormen („slipless flow").

2° vervorming der afzonderlijke kristallen („kristallijn" vloeien; optreden van glijlijnen).

In het algemeen zullen beide processen gelijktijdig optreden; het is immers duidelijk, dat de bewegingsvrijheid langs de kristalgrenzen in een veelkristallijn materiaal beperkt is, ook al kunnen de kristallen enigermate meedraaien.

Het visceuze karakter van de vloei langs de kristalgrenzen houdt in, dat dit proces sterk afhankelijk is van de factoren temperatuur en vervormingssnelheid. Onder omstandigheden van — relatief — zeer hoge temperaturen en kleine vervormingssnelheden gelukt het om het vloeien op de kristalgrenzen exclusief te laten optreden, in bepaalde gevallen zelfs tot vrij grote vervormingen toe. We willen als voorbeeld hiervan alleen de metingen van KING, CAHN en CHALMERS [5] aan zuiver tin bij een temperatuur dicht onder het smeltpunt noemen.

Indien men de vervorming zeer klein houdt, is het echter ook mogelijk om het visceuze karakter van de kristalgrens bij lagere temperaturen te laten zien en dit zijn de omstandigheden waarbij TING SUI KE [6] bij zuiver aluminium de „viscositeit" van de kristalgrens gemeten heeft; de grootste vervorming was daarbij 0.001%.

Het kristallijn vloeien treedt op de voorgrond bij grote vervormingssnelheden en relatief lage temperaturen. De vervorming der afzonderlijke kristallen komt hierbij tot stand door een beweging van roosterstoringen die men dislocaties noemt. Kristalgrenzen en het vrije oppervlak kunnen daarbij een belangrijke rol spelen hetzij als plaatsen waar dislocaties gemakkelijk ontstaan, hetzij als plaatsen waar reeds aanwezige dislocaties gemakkelijk in beweging komen.

Bij het beschouwen van de verschillende factoren zullen we dus steeds aandacht moeten hebben voor de invloed die ze uitoefenen op het inwendige van de kristallen, op de kristalgrenzen en op het vrije oppervlak.

III Inwendige factoren

A. Indeling:

Bij de effecten die door inwendige factoren worden teweeggebracht kunnen we onderscheiden:

1° veranderingen in de structuur, zoals b.v. in de kristalgrootte, de dispersiegraad van de fazen, of het aantal fazen.

2° het ontstaan van een anisotropie in een vaste oplossing waarin de atomen oorspronkelijk isotroop verdeeld zijn.

Men kan dit laatste geval ook beschrijven als een gerichte ordening-op-korte-afstand in een oorspronkelijk ongeordende vaste oplossing.

De onder 1° genoemde veranderingen zijn het gevolg van het streven naar een evenwichtstoestand, die eventueel nog metastabiel kan zijn. Dit betekent dat we hier dus te maken hebben met processen die in een bepaalde richting aflopen.

In tegenstelling hiermede is het onder 2° genoemde verschijnsel omkeerbaar. Het is volgens ZENER [1] n.l. mogelijk dat onder de invloed van een spanning en de daarmede gepaard gaande elastische vervorming, paren van gelijksoortige atomen in bepaalde kristallografische richtingen preferent optreden. Dit is het geval als de (substitutioneel) opgeloste atomen aanmerkelijk in grootte verschillen van de atomen van het „oplosmiddel". Een voorbeeld hiervan is gevonden bij α-messing [8]. Analoge verschijnselen kunnen zich voordoen bij interstitiële vaste oplossingen.

We willen speciaal de onder 1° bedoelde gevallen nader bespreken, waarbij we de verschillende mogelijkheden kortheidshalve als evenwichtsinstellingen zullen aanduiden. Deze voorstelling van zaken is in het algemeen niet geheel juist, omdat de evenwichtstoestand meestal niet bereikt wordt; het is dus beter om steeds te denken aan „een op weg zijn" naar de evenwichtstoestand. We maken de volgende indeling:

1. Instelling van het structuurevenwicht zonder dat daarbij de aard van de faze(n) verandert.

Hierbij kan men dan nog weer een onderscheid maken tussen twee gevallen n.l.:

a. de evenwichtsinstelling geschiedt uitsluitend door veranderingen aan de kristalgrenzen en de drijvende kracht beantwoordt daarbij aan de grensvlakspanning.

b. de evenwichtsinstelling komt tot stand zowel door veranderingen aan de kristalgrenzen als door het vereffenen van ongelijkmatigheden in de chemische samenstelling (segregaties).

2. Instelling van het evenwicht, waarbij een metastabiele faze overgaat in een stabiele(re) modificatie, die echter nog niet die met de laagste vrije energie behoeft te zijn. Hierbij verandert de aard (structuur en/of samenstelling) van de oorspronkelijke faze dus wel.

3. Instelling van het evenwicht door het afscheiden van een faze uit een oververzadigde vaste oplossing. Hierbij veranderen dus zowel de aard als het aantal der fazen.

Dergelijke structuurveranderingen kunnen zowel optreden tijdens proef of bedrijf als tijdens een speciaal daarop gerichte voorbehandeling.

B. Bespreking der verschillende gevallen.

1*a. De veranderingen hebben uitsluitend aan de kristalgrenzen plaats:*

Bij tweefazige legeringen vinden we een bekend voorbeeld hiervan in de overgang van lamellair naar korrelig perliet, terwijl bij legeringen die uit één faze bestaan de bedoelde verandering neerkomt op een „rechttrekken" van de kristalgrenzen, zoals dit b.v. door DUNN en LIONETTI [9] bij siliciumijzer geconstateerd is. Uit de waarnemingen van deze onderzoekers volgt ook dat de instelling van een evenwicht aan de kristalgrenzen moeilijk tot stand komt indien daarbij alleen de factoren tijd en temperatuur werkzaam zijn. Onder omstandigheden dat kruip optreedt is het echter denkbaar dat de benodigde atoomverplaatsingen sneller plaats vinden onder invloed van in de kristalgrenszones gelocaliseerde vervormingen.

Invloed van de kristalgrenzen:

Men zou zich kunnen afvragen of er van een zo gelocaliseerde structuurverandering als waaraan hier gedacht wordt nog wel enige invloed op het kruipverschijnsel kan uitgaan. Alleen uit het feit dat bij tijd-tot-de-breukproeven (die in wezen niet anders zijn dan tot breuk doorgezette kruipproeven) dikwijls interkristallijne breuk optreedt, volgt reeds dat de eigenschappen van de kristalgrens van veel belang moeten zijn. Bovendien hebben we reeds gezien dat de kruip onder bepaalde omstandigheden overwegend in de kristalgrenzen plaats vindt. Men kan door eenvoudige overwegingen laten zien dat het mogelijk is dat de eigenschappen van een kristalgrens aanzienlijk verschillen van die van het inwendige van een kristal. De kristalgrens wordt tegenwoordig algemeen als een smalle, slechts enkele atoomafstanden brede, overgangszone tussen de twee elkaar ontmoetende oriëntaties van het kristalrooster beschouwd waarin de atomen posities innemen die zo min mogelijk afwijken van evenwichtsposities; met andere woorden er wordt een minimum aan wanorde verondersteld. Desalniettemin zal er in een kristalgrens over het algemeen meer ruimte zijn dan in het ongestoorde rooster en op grond hiervan kan men zich voorstellen dat bepaalde kleine atomen bij voorkeur de kristalgrenzen opzoeken. Dit is dan slechts een illustratie van het algemene geval waarbij de situatie, die tenslotte in de kristalgrens ontstaat, beheerst wordt door het streven naar een minimum van de vrije energie, de factor die tenslotte bepalend is voor de chemische „samenstelling" van de kristalgrens en voor de posities die de atomen daarin innemen. Nu is de verhouding tussen het aantal atomen dat op de kristalgrens zit en het totaal aanwezige aantal atomen buitengewoon klein en dientengevolge is het mogelijk, dat een „verontreiniging", die in

[1]) En mogelijk ook in eenmaal gevormde glijzones [4].

nauwelijks aantoonbare hoeveelheid aanwezig is, doch die om thermodynamische redenen bij voorkeur in de kristalgrens opgenomen wordt, daar ter plaatse nog een duidelijke invloed uitoefent.

Oriënterend getallenvoorbeeld:

Met behulp van een zeer ruwe en uiterst globale „berekening" kan men de mogelijkheid van aanzienlijke kristalgrenssegregaties aantonen.

We nemen aan, dat we te maken hebben met een kubisch ruimtelijk gecentreerd metaal, dat opgebouwd is uit kubusvormige kristallen met een ribbe van 0,01 mm. De ribbe van de elementaire kubus van het rooster wordt verondersteld 3Å te zijn. Dan zijn er per cm^3: $2 \times 3{,}7 \times 10^{22}$ atomen. Bij een zuiverheid van 99,99 atoomprocent zijn daarvan: $7{,}4 \times 10^{18}$ vreemde atomen. Verder zijn er per cm^3: 10^3 kristallen met een totaal interkristallijn oppervlak van 3×10^3 cm^2 waarop $3{,}3 \times 10^{18}$ atoomplaatsen zijn.

Als we nu aannemen dat een kristalgrens circa 5 atoomafstanden breed is [10] en dat 1% van de vreemde atomen in de kristalgrens aanwezig is tengevolge van de energie- en entropiefactoren, dan is de concentratie aan de kristalgrens ongeveer 0,2 atoomprocent. Gaan we bij deze zelfde veronderstellingen uit van een zuiverheid van 99,9999 atoomprocent en een voor een dergelijke zuiverheid zeker aanvaardbare gemiddelde kristalgrootte van 10 mm, dan komen we op $7{,}4 \times 10^{16}$ vreemde atomen bij een interkristallijn oppervlak met $0{,}3 \times 10^{16}$ plaatsen en een kristalgrensconcentratie van 25%!

Men ziet hier dus uit, dat hoeveelheden van vreemde atomen, die in het gemiddelde monster analytisch niet of zeer moeilijk aan te tonen zijn, in beginsel nog een zeer merkbare invloed op de eigenschappen van de kristalgrens kunnen hebben.

Dean en Davy [11] hebben bij zink-koper legeringen aangetoond, dat op de kristalgrenzen minder koper aanwezig is dan in het inwendige der kristallen. Bij een legering met gemiddeld 1.07% koper bedroeg het percentage koper in de kristallen zelf 1.1% en op de kristalgrenzen 0.8%. De wijze waarop het kristalgrensmonster genomen is maakt het waarschijnlijk dat het effect in werkelijkheid groter is dan door deze cijfers aangegeven wordt. In ieder geval zou het de moeite lonen om de waarnemingen van Dean en Davy te verifiëren en uit te breiden, waarbij dan mogelijk met succes van „tracers" gebruik gemaakt zou kunnen worden.

De merkwaardige verschillen die Middleton, Pfeil en Rhodes [12] gevonden hebben tussen de kruipvastheid van gesinterd platina van hoge zuiverheid tegenover die van gegoten platina zijn mogelijk terug te voeren tot een verschil in de structuur van kristalgrenzen.

1*b*. *Veranderingen aan de kristalgrenzen en vereffening van ongelijkmatigheden in de samenstelling*:

Het is wel duidelijk dat een warmtebehandeling, die ten doel heeft om aanwezige segregaties te vereffenen (diffusiegloeiing), niet kan plaats vinden zonder dat daarbij ook veranderingen aan de kristalgrenzen optreden. Overigens geeft dit geval na hetgeen reeds onder 1*a* te berde gebracht is, geen aanleiding tot verder commentaar.

2. *Geleidelijke instelling van het evenwicht doordat een metastabiele faze overgaat in een stabiele(re) modificatie*:

Dit geval kan zich op twee manieren manifesteren bij de carbidische faze der bekende laaggelegeerde kruipvaste stalen. In de eerste plaats kan het carbide onder de invloed van de factoren tijd en temperatuur overgaan in ferriet en grafiet (het gevreesde verschijnsel der grafitisatie). Daarnaast kunnen in laaggelegeerde stalen van het genoemde type echter ook metastabiele carbiden optreden, die bij gloeien beneden de A-c_1 temperatuur (ontlaten) in stabiele carbiden over kunnen gaan (strikt genomen zijn ook deze carbiden metastabiel ten opzichte van grafiet + ferriet). Dit is aangetoond door een uitvoerig onderzoek van Duitse onderzoekers (waarvan wij hier alleen de naam van Koch [13] willen noemen) betreffende de ontlaatbestendigheid van verschillende laaggelegeerde stalen waarbij gebruik gemaakt werd van een speciaal ontwikkelde electro-chemische methode voor het „onbeschadigd" isoleren van carbiden. Er zijn op deze manier een aantal belangwekkende gegevens verkregen die ook voor de kruipvastheid van betekenis zijn. We willen daarom wat nader op dit onderzoek ingaan.

Invloed van Mo op de carbiden van laaggelegeerd staal.

Het is gebleken [14] dat een kleine hoeveelheid molybdeen een onverwacht grote invloed op de eigenschappen van de carbidische faze heeft. Een staal met 0,46% *Mo* en 0,17% *C* waarvan het austeniet rechtstreeks in het perlietgebied omgezet wordt, vormt een speciaal carbide van de samenstelling $Fe_{21}Mo_2C_6$ met 5% *Mo*. Deze faze, die een kubische structuur heeft, kristalliseert in korrels, die veelal een typische zeshoekige begrenzing vertonen. Wordt ditzelfde staal daarentegen in het bainietgebied omgezet, dan ontstaat er een zeer fijn naaldvormig carbide met Fe_3C-structuur. Het molybdeengehalte van dit carbide is laag (ca 1%). Gaat men vervolgens deze bainiet nagloeien in het perlietgebied (50 uur op 680°), dan neemt wel het molybdeengehalte toe tot ongeveer 6,5% en de naalden veranderen in korrels (zonder dat daarbij echter de typische zeshoekvorm optreedt), doch de kristalstructuur blijft die van Fe_3C. Er is niet nagegaan of zich bij voortgezet gloeien tenslotte het kubische carbide $Fe_{21}Mo_2C_6$ vormt; men moet dit echter wel verwachten.

Bij de laaggelegeerde chroomstalen vindt men een geheel ander gedrag. Er is een aanzienlijk hoger chroompercentage nodig alvorens er een speciaal carbide gevormd wordt (dat dan naast Fe_3C optreedt) en nagloeien in het perlietgebied van een in het bainietgebied omgezet staal leidt in korte tijd tot dezelfde structuur als bij directe omzetting in het perlietgebied.

Het ligt voor de hand om een verband te leggen tussen de grote invloed van kleine hoeveelheden molybdeen op de omzettingssnelheid der carbiden enerzijds en op de kruipvastheid anderzijds. We denken dan aan de mogelijkheid, dat de trage omzetting van het metastabiele carbide maakt dat er in het materiaal een groot aantal roosterstoringen gehandhaafd blijven, die de kruip bemoeilijken. Onder V komen we op dit punt terug.

Invloed van Mo op de ferritische faze.

Toch geeft het hiervoor geschetste beeld niet de volledige verklaring van de merkwaardige invloed van molybdeen op de kruipbestendigheid. Uit de proeven van Austin, St. John en Lindsay [15] over de invloed van een aantal elementen op de kruipvastheid van zuiver ijzer is namelijk gebleken dat molybdeen daarbij een uitzonderlijk grote verhoging geeft. In het voorgaande hebben we gezien dat het metastabiele bainitische carbide weinig molybdeen bevat, hetgeen betekent dat het molybdeengehalte van de ferriet relatief hoog is; een gunstige omstandigheid dus voor het bereiken van een goede kruipvastheid.

Ontwikkeling van kruipvast staal:

Het practisch nut van de voorgaande beschouwingen wordt op fraaie wijze aangetoond door het werk van Colbeck en Rait [16] betreffende de ontwikkeling van een kruipvast staal van het type *Cr—V—Mo—W* (met 3% *Cr* en 0.5% van elk der andere drie elementen). Deze auteurs hebben daarbij met vrucht voortgebouwd op de resultaten van Crafts en Lamont [17], die onder meer de carbidische fazen van laaggelegeerd *Cr—Mo—V*-staal geïsoleerd en geanalyseerd hebben.

De gedachtengang die Colbeck en Rait gevolgd hebben is ongeveer als volgt: Zij hebben in de eerste plaats ervoor gezorgd, dat als carbide uitsluitend vanadiumcarbide optrad. Door het kiezen van een hoge afschriktemperatuur wordt er van dit carbide zoveel mogelijk in het austeniet opgelost; na afschrikken in olie, gevolgd door ontlaten, scheidt het opgeloste deel van het vanadiumcarbide zich fijn dispers af. Dank zij de kleine groeisnelheid ervan handhaaft deze hoge dispersiegraad zich bij de practijkomstandigheden voldoende lang. De kruipvastheid van de ferritische grondmassa wordt dan door toevoegingen van *Mo* en *W* verhoogd.

Ofschoon we zeker nog niet mogen spreken van een volledig gedocumenteerde correlatie tussen structuur en kruipvastheid, is met de gegeven voorbeelden wel aangetoond, dat de mogelijk-

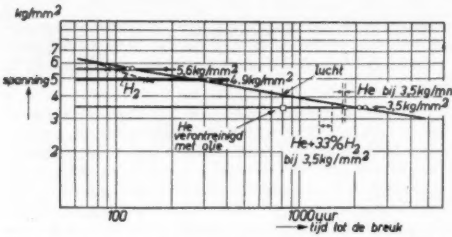


Fig. 3. Invloed van de omgevende atmosfeer op de tijd-tot-de-breuk van HASTALLOY-C bij 870 °C. Metingen van O. C. SHEPARD en W. SCHALLIOL [21].

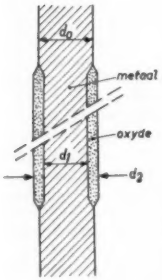


Fig. 4. Draad met oxydehuid, op kruip belast bij inklemming buiten de oven.

heid van het afscheiden en analyseren der afzonderlijke fazen een onmisbare bron van inlichtingen is bij de verdere verdieping van ons inzicht omtrent de factoren die de kruipvastheid bepalen. Met een verdere toepassing van deze verfijnde analysetechniek zal het wellicht ook mogelijk zijn om de invloed van verschillende desoxydatiemethoden op de kruipeigenschappen te begrijpen en eventueel technisch toe te passen.

We zouden er tenslotte nog eens op willen wijzen dat het geciteerde Duitse onderzoek [14] niet een onderzoek is betreffende kruipvastheid, doch tot doel had een beter inzicht in de ontlaatbestendigheid van laaggelegeerde stalen te krijgen. Als men de waarnemingen betreffende ontlaatbestendigheid en kruipvastheid combineert, wordt het aannemelijk dat er een zeker verband tussen beide bestaat.

3. *Afscheiden van een faze uit een oververzadigde oplossing.*

Een bekend voorbeeld hiervan is de afscheiding van de sigma-faze[2]) uit het austeniet van 25—20—chroomnikkelstaal (AISI type 310). Onder bepaalde omstandigheden van samenstelling en/of temperatuur kan een dergelijke afscheiding zeer langzaam verlopen en de noodzaak om kruipproeven van zeer lange duur uit te voeren is oorzaak geworden dat verschillende structuurveranderingen aan het licht gekomen zijn, die voordien bij de studies over de structuur niet ontdekt waren omdat de tijd, die daarbij voor de instelling van het evenwicht aangehouden werd, te kort was.

Het is ook mogelijk dat de afscheiding van de faze niet volledig tot stand komt, doch in een tussenstadium blijft staan. We hebben dan te maken met de voorwaarde waarbij afscheidingsharding kan optreden en op dit punt komen we onder V nog uitvoerig terug.

Bij het beoordelen van de invloed, die een al of niet aflopend afscheidingsproces op de kruip heeft, moet men rekening houden met het feit, dat een afscheiding in het algemeen een verandering van de dichtheid meebrengt, die zich in een verandering van afmetingen uit. Bij lage belastingen kan men tijdelijk zelfs een negatieve kruip meten, hetgeen betekent dat de contractie, die de afscheiding van de nieuwe faze vergezelt, groter is dan de verlenging die door de kruip veroorzaakt wordt.

IV Uitwendige factoren

Dit zijn de factoren waarbij de omgevende atmosfeer een essentiële rol vervult, de invloeden dus, die ontstaan uit een wisselwerking van omgeving en materiaal. Deze wisselwerking wordt in de eerste plaats beheerst door de mogelijkheden van chemische reactie en/of diffusie van de in de omgeving voorkomende componenten. De eenvoudigste mogelijkheden die zich kunnen voordoen zijn:

a. de vorming van een deklaag door chemische reactie (b.v. Al_2O_3 op aluminium).

b. het naar binnen diffunderen van een component uit de gasfaze (b.v. stikstof in austenitisch niet roestend staal of zuurstof bij de „inwendige oxydatie").

Het is wel duidelijk dat in de practijk beide verschijnselen gecombineerd optreden en dat ze elkaar beïnvloeden. Zo zal de oxydehuid, die in lucht op austenitisch chroomnikkelstaal ontstaat, het binnendringen van de stikstof uit de lucht vertragen.

A. Deklagen.

Aan een inwerking van de omgeving onder vervorming van een deklaag denkt men gewoonlijk als aan een factor die de sterkte nadelig beïnvloedt, doordat de effectieve materiaaldoorsned afneemt.

Dat dit in het algemeen niet zo behoeft te zijn, is in 1936 reeds proefondervindelijk aangetoond door ROSCOE [18] aan cadmium-éénkristallen, terwijl verder in een recente — voorlopige — mededeling van ANDRADE en KENNEDY [19] betoogd wordt dat juist het volkomen schone oppervlak van een zuiver polykristallijn metaal zeer weinig weerstand tegen vervorming biedt.

1. *Opvatting van Andrade en Kennedy* [19].

Deze auteurs beschrijven de lage weerstand, die een geheel schoon oppervlak tegen vervorming biedt als een laag, waarvan de dikte door de gemiddelde kristalgrootte bepaald wordt, die in het geheel geen bijdrage tot de mechanische sterkte levert. Volgens deze opvatting is de effectieve doorsnede bij materiaal met een niet verontreinigd oppervlak dus kleiner dan de werkelijke doorsnede. De metingen, die deze voorstelling ondersteunen, zijn uitgevoerd aan zuiver lood.

2. *Proeven van Roscoe* [18] *aan cadmium.*

De proeven van ROSCOE toonden aan dat de kruip van cadmium-éénkristallen verminderd werd door een dun laagje oxyde op het oppervlak. Bij polykristallijn materiaal werd geen versterking door oxyderen van het oppervlak geconstateerd.

3. *Proeven van Pickus en Parker* [20] *aan zink, nikkel en koper.*

De waarnemingen van PICKUS en PARKER aan zink komen geheel overeen met die van ROSCOE aan cadmium, n.l. een versterking bij éénkristallen en geen effect bij veelkristallijn materiaal.

Bij ongelegeerd nikkel van normale handelskwaliteit werd echter een gunstige invloed van een oppervlakkige oxydatie bij polykristallijn materiaal gevonden. Na het verwijderen van de oxydehuid door reductie met waterstof verdubbelde de kruipsnelheid. Deze verhoogde kruipsnelheid blijft bestaan, indien na de reductie van het oxyde de waterstofatmosfeer vervangen wordt door een atmosfeer van zuivere stikstof. Het is dus niet waarschijnlijk dat in het nikkel opgeloste waterstof een essentiële rol speelt bij deze verandering van de kruipvastheid. Ook als het oxydevrije oppervlak bedekt wordt met een laagje wolfraam blijft de verhoogde kruipsnelheid gehandhaafd. Dit klopt dus met het feit dat bedekken met een dun laagje koper bij polykristallijn zink ook geen verbetering van de kruipsnelheid geeft.

Tenslotte wordt vermeld dat bij koper analoge effecten gevonden zijn als bij nikkel; gedetailleerde gegevens worden daarover echter niet vermeld.

4. *Proeven van Shepard en Schalliol aan Hastalloy-C.*

Door SHEPARD en SCHALLIOL[21]) zijn metingen verricht aan

[2]) Deze sigma-faze is de ternaire uitbreiding van het mengkristalgebied, dat zich in het binaire toestandsdiagram van ijzer en chroom ter weerszijden van de aequiatomaire samenstelling *FeCr* bevindt.

Hastalloy-C, een technische kruipvaste legering van de samenstelling:
$C = 0.10$; $Si = 0{,}75$; $Mn = 0.58$; $Cr = 14.2$; $Mo = 16.4$; $W = 4.4$; $Fe = 5{,}5$; rest Ni.

De resultaten van deze metingen zijn weergegeven in fig. 3. Op deze manier ziet men duidelijker dan bij het tabellarisch overzicht van de originele publicatie dat het verkregen materiaal, ofschoon het wel een aanwijzing inhoudt voor een effect van waterstof op de kruipeigenschappen, toch een aanzienlijke uitbreiding behoeft om te kunnen bewijzen dat het al of niet aanwezig zijn van een oxydehuid de dominerende factor is, waarmede de gevonden verschillen verklaard moeten worden. Met name ontbreekt iedere garantie dat bij de proeven in waterstof het Hastalloy inderdaad vrij van oxyde was, een eis die bij legering met een hoog chroomgehalte zeer speciale zorg vraagt. Verder zijn de proeven in H_2 van te korte duur geweest om een betrouwbare vergelijking met de metingen in lucht mogelijk te maken.

5. *Kritiek.*

Het is opvallend, en dat geldt vooral voor de metingen aan zink en nikkel, dat de proeven bij relatief zeer hoge temperaturen uitgevoerd zijn, n.l. in het geval van zink bij 100—325° en bij nikkel bij 700—775°. We hebben hier weer te maken met een voorbeeld, dat de omstandigheden, waaronder de laboratoriumproeven uitgevoerd zijn, ver van de practijk af staan, zonder dat de keus van deze condities door speciale voordelen gemotiveerd wordt. Integendeel, door de metingen bij deze hoge temperaturen uit te voeren bestaat het gevaar dat de interpretatie van de resultaten bemoeilijkt wordt, b.v. doordat tijdens de proef rekristallisatie optreedt.

Het feit dat er bij deze proeven nog tal van vragen onbeantwoord blijven doet echter aan het principiële belang ervan niets af en we moeten er rekening mee houden, dat oppervlakteeffecten in allerlei vorm in de techniek toepassing zullen vinden, voorzover dat onbewust tenminste niet reeds lang het geval is.

6 *Synthetische deklagen.*

Het is in de laatste jaren ook mogelijk om metalen en legeringen met synthetisch gemaakte lagen van keramisch karakter te bedekken. Een van de bekendste daarvan is de massa die aangeduid wordt met *A*—417 en die een der resultaten is van het vele werk dat door het „National Bureau of Standards" in Amerika op dit gebied is verricht [22]. Deze laag is zowel op ongelegeerd als op gelegeerd staal toegepast [23]. Metingen omtrent de invloed ervan op de kruipvastheid zijn naar ons weten niet gepubliceerd. De vervormbaarheid van dit type deklaag is klein.

7. *Invloed van deklagen op de oppervlaktegesteldheid.*

Roscoe [18] laat zien dat het zeer onwaarschijnlijk is, dat het gunstige effect van een oxydehuid op de weerstand tegen vervorming onder de omstandigheden van zijn proeven aan een eenvoudige mechanische versterking door het oxyde kan worden toegeschreven. In de eerste plaats zou de oxydehuid dan een weerstand tegen afschuiven moeten hebben van 10—100 kg/mm² en verder bestaat het effect ook nog bij een rek van 300%, waarbij de oorspronkelijke oxydehuid zijn samenhang volkomen verloren heeft en daarmede dus geheel ongeschikt geworden is om enige mechanische weerstand van betekenis te bieden [3]).

Roscoe zoekt nu de verklaring hierin, dat de toestand van het oppervlak door oxydatie zodanig veranderd is, dat het veel minder geschikt geworden is om te dienen als bron en/of vertrekpunt van die roosterstoringen, die verantwoordelijk zijn voor het tot stand komen van de macroscopische vervormingen.

[3]) Het is niet zeker dat dit argument geheel juist is. Roscoe geeft immers aan, dat de gewenste oxydehuid reeds door inwerking van lucht bij kamertemperatuur kan ontstaan, terwijl er verdere aanwijzingen zijn dat de inwerking van de omgevende atmosfeer door mechanische vervorming sterk gestimuleerd wordt (zie onder D. 1). Het is dus niet uitgesloten dat bij zeer sterke deformaties de oxydehuid op de beschadigde plaatsen zo snel aangroeit, dat het effect van de beschadiging niet tot uiting komt.

In het bijzonder wordt hierbij gedacht aan het opvullen van sub-microscopische oppervlaktescheuren met oxyd. De verandering door oxydatie zal zich in het algemeen niet beperken tot de vorming van een deklaag, daar er onder deze laag een zone zal optreden waar de oorspronkelijke samenstelling van de legering in meerdere of mindere mate veranderd is tengevolge van het feit, dat de verschillende componenten van de legering niet in gelijke mate aan de reactie met zuurstof deelnemen. Bij legeringen met b.v. chroom of aluminium zal een zodanige selectieve oxydatie zeer uitgesproken kunnen optreden. De proeven van Andrade en Kennedy [19] zijn een steun voor de opvatting van Roscoe, terwijl ook het recente werk van Pfützenreuter en Masing [24] tot eenzelfde conclusie leidt. Bij de proeven van deze laatste auteurs zijn ook niet-oxydische deklagen onderzocht.

8. *Mechanische versterking door deklagen.*

Het blijft van belang om na te gaan, of zuiver mechanische versterking door deklagen een factor is, waarmede men bij kruipproeven onder bepaalde omstandigheden rekening moet houden, een vraag die Shepard en Schalliol [21]) met „neen" menen te moeten beantwoorden. Bij gebrek aan gegevens waarop we ons kunnen baseren moeten we onze beschouwing vastknopen aan een gefingeerd geval, waarbij we dan van de volgende veronderstellingen uitgaan, die enigermate bij de proefgegevens van Shepard en Schalliol aansluiten:

draaddiameter : 1 mm;
dichtheid van de legering : 8 g/cm³;
dichtheid van het oxyde : 5 g/cm³;
gewichtsvermeerdering tengevolge van oxydatie: 50%.

We nemen verder aan dat de oxydatie het metaal over een dikte van 5 micron heeft aangetast, hetgeen overeenkomt met een gewichtsvermeerdering van 2 mg/cm² of een dikte van de oxydelaag van 12 micron.

De situatie is schematisch in fig. 4 aangegeven, waarbij de indices 0,1 en 2 respectievelijk betrekking hebben op de oorspronkelijke draad, op het metallische deel van de geoxydeerde draad en op de geoxydeerde draad als geheel. Voor de diameter d geldt dus $d_1 = 0.99\, d_0$
en voor het oppervlak van de doorsnede F: $F_0 - F_1 = 0.02\, F_0$

$$\text{en } F_2 - F_1 = \frac{0.02 \times 8 \times 1.5}{5} = 0.048\, F_0$$

Bij gelijke vervormingssnelheid van de metallische kern en de oxydische deklaag mogen we de spanningen, die beide delen opnemen, optellen. Bij de veronderstelling, dat onder deze voorwaarde het oxydische deel een twee maal zo grote spanning kan opnemen als de metallische kern, vinden we dat de geoxydeerde draad bij dezelfde vervormingssnelheid een belasting kan verdragen, die 7,4% groter is dan die van de oorspronkelijke draad (n.l. $2 \times 4{,}8 - 2$). Dit geldt alleen voor vervormingen die in de deklaag geen scheuren veroorzaken.

We hebben reeds gezien, dat de invloed van de aanwezigheid van een oxydehuid zich naar de orde van grootte uit in een halvering van de kruipsnelheid. Als we nu de gegevens van de „United States Steel Corporation" in de vorm, waarin ze door G. V. Smith [25] zijn uitgewerkt, beschouwen, zien we dat de relatie tussen de logarithmen van de spanning en van de minimum kruipsnelheid [4]) behoorlijk door een rechte lijn worden weergegeven. Derhalve geldt:

$$\log \sigma = \log C + n \log \dot{\epsilon}$$

Als nu σ_1 de spanning is, waarvoor de minimum kruipsnelheid een waarde $\dot{\epsilon}_1$ heeft en σ_2 de spanning waarvoor de kruipsnelheid tot op de helft verminderd is, dan vinden we:

$$\log \sigma_1 - \log \sigma_2 = n \log \dot{\epsilon}_1 - n \log \tfrac{1}{2} \dot{\epsilon}_1$$

of wel:

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = 2^n$$

Voor het 5 Cr—½ Mo — 1½ Si-staal bij 540° is de formule van de getekende lijn:

$$\log \sigma = 1.40 + 0.114 \log \dot{\epsilon}$$

[4]) Deze minimum kruipsnelheid is karakteristiek voor hetgeen zich afspeelt in het quasi-visceuse deel der kruipcurve (veelal aangeduid als het tweede stadium van de kruip).

en in dit geval wordt dus een vermindering van de minimum kruipsnelheid tot op de helft verkregen door de spanning tot op 0.33 van de oorspronkelijke waarde terug te brengen.

Zo gezien zou de mechanische versterking bij de gemeten effecten wel degelijk een rol kunnen spelen.

Bij onze veronderstelling, dat de oxydehuid een twee maal zo grote spanning als de metallische kern kan opnemen, zijn we ervan uitgegaan dat we de oxydehuid ten naaste bij met een keramisch materiaal mochten vergelijken, ondanks het feit dat het tot stand komen van het oxyde bij veel lagere temperatuur geschiedt dan het geval is bij de ons vertrouwde keramische stoffen. Uit de waarnemingen van TYLECOTE [26] aan Cu_2O, dat gevormd is door oxydatie van koperdraden bij 900°, kunnen we ons daarvan enige voorstelling maken. Het aldus verkregen oxyde is grofkristallijn. Het blijkt aanmerkelijk poreus te zijn en de trekvastheid ervan is in het gunstigste geval niet meer dan 3,5 kg/mm², een resultaat dat niet erg bemoedigend lijkt voor de door ons gemaakte veronderstelling omtrent de kruipvastheid van de oxydische deklaag. Het is echter niet onmogelijk dat de situatie voor dunne oxydhuiden aanzienlijk gunstiger is en bovendien bestaat de mogelijkheid om langs synthetische weg zeer goed hechtende keramische lagen op metalen aan te brengen [22].

We zijn er ons volkomen van bewust dat de ter beschikking staande gegevens niet voldoende zijn om de vraag naar de invloed van een mechanische versterking door deklagen afdoende te beantwoorden; we menen echter wel aangetoond te hebben dat er reden is om met de mogelijkheid van dit verschijnsel rekening te houden, zolang het tegendeel niet deugdelijk bewezen is.

De zoëven genoemde mogelijkheid zal beperkt blijven tot gevallen waarbij het oppervlak groot is ten opzichte van de massa (dunne draad, dunne plaat) en waarbij de vervorming de rek-bij-breuk van de deklaag niet overschrijdt. Deze laatste grootheid behoeft niet steeds extreem klein te zijn. TYLECOTE [26] vond bij koperoxyd rekcijfers tot 20% toe en in ongunstiger gevallen nog altijd van 5%.

B. Vorming van vluchtige reactie-producten.

We hebben tot dusver beschouwd een chemische reactie, die aanleiding geeft tot de vorming van een vast product, dat zich hecht op de vaste reactiepartner. Het komt evenwel ook voor dat bij een dergelijke reactie vluchtige stoffen gevormd worden. Een van de bekendste voorbeelden hiervan is de ontkoling, die zowel onder invloed van zuurstof als onder die van waterstof kan plaats vinden. Dit is dus het geval dat een bepaalde atoomsoort van de legering „aangetast" wordt en het gevolg is dus een geleidelijke verandering van de samenstelling als functie van de afstand van het oppervlak. Bij een ander voorbeeld, namelijk de vorming van het vluchtige nikkelcarbonyl uit CO en Ni, bestaat de mogelijkheid, dat de gehele massa gelijkmatig aangetast wordt.

C. Verdamping.

Het behoeft echter niet altijd een chemische reactie te zijn die de oorzaak van het materiaaltransport is; ook eenvoudige verdamping kan dit reeds veroorzaken, zoals b.v. die van zink uit messing. Indien men chroomhoudende legeringen bij zeer hoge temperaturen aan warmtebehandelingen van tamelijk lange duur onderwerpt, kan er aan het oppervlak ook verlies aan chroom door verdamping optreden. Van een inwerking der omgeving is in dit geval echter geen sprake meer.

D. Diffusie.

De wisselwerking met de omgeving kan ook tot stand komen doordat een der componenten van de omringende gasfaze in de legering oplosbaar is en daarin door diffusie binnendringt. Kenmerkend is hierbij een afnemende concentratie van de betrokken atoomsoort van het oppervlak naar binnen toe. Eventueel kan de diffusie door andere verschijnselen gevolgd worden, b.v.

1. de vorming van een nieuwe faze;
2. inwendige oxydatie;
3. de vorming van gasvormige reactieproducten.

1. *Diffusie en vorming van nieuwe faze(n).*

Dit geval doet zich voor bij de vorming van carbiden tijdens het opkolen en bij de vorming van nitriden in chroom- en/of aluminium houdende staalsoorten. Uit onderzoekingen, uitgevoerd door de Timken Roller Bearing Company [27], is gebleken dat in austenitische chroom-nikkelstalen locaal (d.w.z. speciaal in de omgeving van de breuk) onverwacht grote hoeveelheden stikstof opgenomen kunnen worden, n.l. tot 4 gew-% toe. Dergelijke hoge concentraties zijn door FREEMAN [28] bevestigd, die ter plaatse van de breuk een cijfer van 3 gew-% noemt. Uit de proeven van TIMKEN willen we nog de volgende gegevens naar voren halen:

Materiaal: 25—20 chroom-nikkelstaal (AISI-type 310)
temperatuur 815°; atmosfeer: lucht.

Voorbehandeling	spanning	duur	rek	gew-% N
afgeschrikt van 1180° in water	3,5 kg/mm²	850 u.	44% (breuk)	0,113
koud vervormd, gegloeid bij 925° afgek. in lucht	1,3 ,,	815 u.	134% (breuk)	1,16
afgeschrikt van 1180° in water	2,1 ,,	845 u.	— (kruip)	0,061
koud vervormd, gegloeid bij 925° afgek. in lucht	0,3 ,,	1000 u.	— (kruip)	0,043

Het stikstofgehalte van het staal na de beide voorbehandelingen wordt niet vermeld, doch uit de verschillende gegevens wordt het wel duidelijk dat dit in de buurt van 0.04 — 0.05 gew-% moet liggen. Het blijkt dus, dat de opgenomen hoeveelheid stikstof bij de kruipproeven zeer gering is. Noch de tijd noch de mechanische spanning (zoals bij TIMKEN ten onrechte beweerd wordt) zijn de primaire factoren, die de opneming van de stikstof beïnvloeden. Klaarblijkelijk is het de plastische vervorming — en vermoedelijk eerst een aanzienlijke mate van plastische vervorming — die de toetreding van stikstof in het staal bevordert. Deze conclusie sluit zeer goed aan bij de algemene ervaring over de versnellende invloed van mechanische vervorming op atomaire verplaatsingen.

Hiermede hebben we evenwel niet meer dan de grote lijn aangegeven en er blijven nog tal van vragen onbeantwoord, b.v. naar de invloed van de samenstelling van het materiaal, de mate van vervorming die nodig is om een merkbare vergroting van de atomaire beweeglijkheid te geven en de eventuele invloed van de vervormingssnelheid. In hoeverre kan nu deze stikstofdiffusie van practisch belang zijn? Aan de ene kant is het waarschijnlijk, dat bij de relatief lage temperaturen, waarbij het materiaal gebruikt wordt, de stikstof pas in belangrijke mate opgenomen wordt, indien de vervorming een waarde heeft waarbij het staal niet meer toegepast kan worden. Daar staat echter tegenover dat stikstof de kruipvastheid van de austeniet verhoogt (RAPATZ [29]). In hoeverre deze beide feiten de mogelijkheid openlaten van een snel afremmen van een op zich zelf aanzienlijke, doch door het zeer plaatselijke karakter nog niet schadelijke vervorming, is niet te zeggen.

2. *Diffusie met inwendige oxydatie.*

Inwendige oxydatie treedt op als zuurstofatomen naar binnen diffunderen en vervolgens aan bepaalde atomen chemisch vastgelegd worden. Dit verschijnsel is door MEIJERING en DRUYVESTEYN [30] uitvoerig bestudeerd en daarbij is o.a. gebleken dat de kruipvastheid door inwendige oxydatie aanzienlijk groter wordt. Voor het ontwikkelen van kruipvaste legeringen is de inwendige oxydatie tot dusver niet toegepast en het optreden ervan tijdens bedrijf is niet erg waarschijnlijk. Daartoe zijn de temperaturen, waarbij de inwendige oxydatie met een redelijke snelheid tot stand komt, te hoog.

Behalve aan inwendige oxydatie zou men ook aan analoge processen als inwendig carbureren, nitreren of sulfureren kunnen denken. Zie verder ook onder V.

3. *Diffusie en vorming van gasvormige reactieproducten.*
De vorming van gasvormige reactieproducten komt o.a. voor bij waterstofhoudende gasatmosferen als deze waterstof de legering binnendringt en daar oxydische insluitingen reduceert onder de vorming van waterdamp (het klassieke voorbeeld is de waterstofziekte van koper). Een analoog geval kan optreden indien de zuurstof van een oxyde met koolstof reageert onder vorming van *CO*, een reactie die b.v. in de grenslaag oxydemetaal kan optreden.

V Weinig beweeglijke roosterstoringen

In het voorgaande, waarin we de verschillende inwendige en uitwendige factoren de revue hebben laten passeren, is er reeds op gezinspeeld dat bepaalde stabiele roosterstoringen een gunstige invloed op de kruipvastheid zouden hebben. Dit is een opvatting, die we bij alle beschouwingen over kruipvastheid telkens weer tegenkomen en die we als volgt onder woorden kunnen brengen:

Storingscentra van atomaire afmetingen verhogen, voor zover ze aan hun plaats gebonden zijn, de kruipvastheid.

A. *Ontstaan.*
Nu zijn er in het algemeen drie methoden om in een legering een groot aantal dergelijke gefixeerde roosterstoringen met grote levensduur te laten ontstaan:

1 . . . de dispersie of afscheidingsharding;
2 . . . inwendige oxydatie;
3 . . . mechanische deformatie.

De beide eerstgenoemde mogelijkheden kunnen alleen bij legeringen verwezenlijkt worden; de laatste ook bij zuivere metalen (zie b.v. 2).

1. Dispersie of afscheidingsharding.
Van de drie genoemde mogelijkheden is de afscheidings- of dispersieharding, die ook buiten het gebied van de kruip zulk een belangrijke rol speelt, bij het opvoeren van de mechanische eigenschappen van legeringen, zeker de meest bekende en de geldende opvatting is dat bij alle technische kruipvaste legeringen dit proces een rol speelt [5]). Men wil hierbij dus gebruik maken van het feit, dat bij de afscheiding van een faze uit een door afschrikken verkregen oververzadigde vaste oplossing tussentoestanden worden doorlopen, die onder bepaalde omstandigheden een zeer grote levensduur hebben. Deze goede soort tussentoestand vertegenwoordigt een storing van het hier bedoelde type.

Bij de ontwikkeling van kruipvaste legeringen zoekt men dus o.a. naar afscheidingsprocessen, die bij zo hoog mogelijke temperatuur nog zeer traag verlopen. In de practijk streeft men er naar om in een legering meer dan één dergelijk afscheidingsproces te verwezenlijken [31].

„*Hot-cold work*".
Juist bij deze traag verlopende processen komt het voor, dat men het verloop ervan in de practijk met de factoren tijd en temperatuur alleen niet voldoende in de hand heeft, doch dat het noodzakelijk is om voor het instellen van de gewenste toestand van een versnellende factor in de vorm van mechanische vervorming gebruik te maken.

Een dergelijke mechanische vervorming wordt tegenwoordig in de literatuur veelal aangeduid met de uit het Engels overgenomen term „hot-cold work", waarmede dus bedoeld is dat de vervorming wel bij hoge temperatuur gebeurt, doch zodanig dat bij die temperatuur de snelheid van herstel of rekristallisatie aanzienlijk kleiner blijft dan de snelheid van de versteviging door mechanische deformatie.

Invloed van de afschriktemperatuur.
Vermeldingswaardig is dat HARRIS en CHILD [32] gevonden hebben, dat bij het door hen ontwikkelde staal G—32 het bekende effect, dat de kruipeigenschappen beter worden naarmate van een hogere temperatuur afgeschrikt wordt, ook nog opgaat voor afschriktemperaturen, die tot 40° boven de soliduslijn liggen. Het is nog niet mogelijk om precies aan te geven welke factoren hiervoor verantwoordelijk zijn.

2. *Inwendige oxydatie.*
De tweede mogelijkheid tot het verkrijgen van permanente storingscentra is die van de inwendige oxydatie, die bij de uitwendige factoren (*D*—1) reeds genoemd is. Zoals uit de publicaties van MEIJERING en DRUYVESTEYN [30] blijkt, wordt daarbij naar binnen diffunderende zuurstof door die atomen van de legering, die een grote affiniteit voor zuurstof bezitten, chemisch „ingevangen". Men krijgt dus op deze manier een atomaire dispersie van een oxyde in een metallische matrix en als zodanig zou men dit type kunnen beschouwen als (sterk aan de metaalkant) staande tussen de zuiver metallische legeringen en de zogenaamde keramometalen („ceramels", „cermets"), waarbij een poreus keramisch geraamte volgezogen wordt met een metaal of een legering. Voor zover ons bekend is, is de kruipvastheid van inwendige geoxydeerde legeringen nooit uitvoerig onderzocht. Uit de oriënterende proeven van MEIJERING weten we echter wel dat de kruipvastheid door inwendige oxydatie sterk verhoogd wordt [33]. De duur van deze proeven is weliswaar kort geweest ($\frac{1}{2}$ uur) maar de resultaten zijn desalniettemin zeer sprekend. Een legering van zilver met 0,1% *Be* had na uitgloeien in vacuum bij een belasting (op buiging) van 20 gram bij 400° een grotere kruipsnelheid dan dezelfde legering na inwendige oxydatie bij een belasting van 50 gram bij 530 °C.

3. *Mechanische deformatie.*
Tenslotte kan ook eenvoudige mechanische deformatie de gewenste storingen creëren. FREY en FREEMAN [34] hebben dit effect speciaal bestudeerd bij een austenitische kruipvaste legering *N*—155 (met laag koolstofgehalte). Zij vonden dat er een duidelijk verband bestond tussen de verbreding van een bepaalde Röntgeninterferentielijn en de kruipvastheid. De exacte interpretatie levert echter nog moeilijkheden op, in de eerste plaats doordat het moeilijk is de oorzaak van de verbreding scherp te identificeren en verder doordat er, zoals de gereproduceerde metallografische structuurbeelden laten zien, ook structuurveranderingen optreden die aan kristalgrenzen een ander aanzien geven.

B. *Stabiliteit der storingscentra.*
Van de drie genoemde typen van storingscentra zijn die, welke ontstaan zijn langs de weg van de inwendige oxydatie, zonder twijfel de stabielste. Dit zal wel direct verband houden met de grote affiniteit die er bestaat tussen de atomen die het „inwendige" oxyde vormen en die zo groot is dat het niet mogelijk is om dit oxyde door temperatuurverhoging in vaste oplossing te laten gaan. Verder blijkt de grote stabiliteit ook uit de ten opzichte van het smeltpunt hoge temperatuur, waarbij men nog met succes inwendig kan oxyderen: n.l. 0,85 à 0,90 maal de smelttemperatuur in graden KELVIN.

Het bovenstaande maakt dat er een karakteristiek verschil is tussen de omkeerbare dispersieharding en het eenrichtingsproces van de inwendige oxydatie.

In het algemeen kan men zeggen, dat de levensduur van de storingscentra, die op een van deze manieren zijn ontstaan, in de practijk vooral door twee belangrijke factoren beïnvloed wordt n.l. door de tijd en de temperatuur. We willen dit aan een voorbeeld uit de literatuur nader toelichten. Het eerste betreft de metingen van TAPSELL, BRISTOW en JENKINS [35] aan een molybdeenvanadiumstaal. Fig. 5 laat een deel van de resultaten van dit werk zien en wel in de vorm van de rek-bij-breuk als functie van de tijd bij verschillende temperaturen. De mechanische spanningen, die bij de verschillende proeven opgelegd zijn, nemen af naarmate men in de figuur naar het gebied van de grotere tijden of naar dat van de hoge temperaturen gaat. Wij hebben nu uit de gegevens van deze grafiek het verloop van de rek bij breuk als functie van de tijd-tot-de-breuk getekend bij 550°, 600° en 650 °C. (fig. 6). We zien op die manier duidelijker dan in fig. 4 dat de rek bij breuk in alle drie gevallen

[5]) Het is dan ook zeker merkwaardig dat op het in Februari 1951 te Londen gehouden „Symposium on High Temperature Steels and Alloys for Gas Turbines" geen enkele voordracht speciaal aan de afscheidingsharding gewijd was, zulks te meer omdat het enige onderzoek [38], dat de samenhang tussen kruip en afscheidingsharding tot onderwerp heeft, daarvan nog een onvolledig beeld geeft. We komen hierop onder C uitvoerig terug.

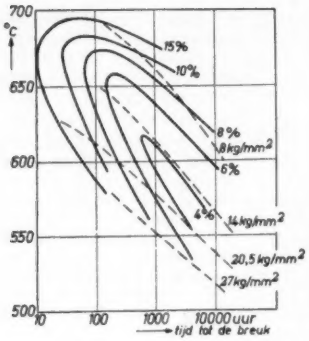


Fig. 5. Lijnen van constante rek bij breuk voor *Mo-V*-staal als functie van temperatuur en tijd-tot-de-breuk. TAPSELL, BRISTOW en JENKINS [35].

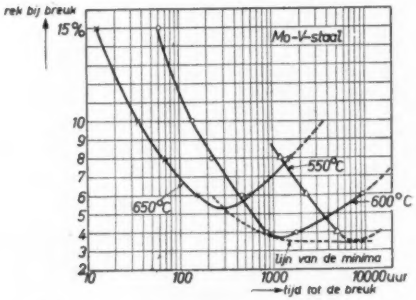


Fig. 6. Rek bij breuk in afhankelijkheid van de tijd-tot-de-breuk, afgeleid uit de gegevens van figuur 4.

door een minimum gaat, dat naar grotere tijden verschoven wordt naarmate de temperatuur lager is. De stijging van de plasticiteit is een aanduiding dat de storingen in het rooster weer aan het verdwijnen zijn.

Een geheel overeenkomstig verloop is geconstateerd bij lood, dat enkele tienden procent antimoon en tin bevat [36].

Wij hebben deze voorbeelden naar voren gehaald omdat men vrij algemeen de mening tegenkomt, dat naarmate de tijd toeneemt de rek bij breuk kleiner wordt. De figuur uit het werk van TAPSELL c.s. nu laat aan de ene kant zien dat deze opvatting in tal van gevallen bevestigd wordt door de practijk, doch dat zij aan de andere kant in het algemeen niet juist is.

De invloed van de temperatuur komt tot uitdrukking in de ligging van het rekminimum als functie van de temperatuur.

C. *Invloed van een verandering in de storingstoestand tijdens proef of bedrijf.*

In het voorgaande hebben we reeds op de mogelijkheid gewezen dat er tijdens het kruipen een verandering (vermeerdering) in het aantal roosterstoringen optreedt en uit de aard der zaak is het van veel belang om de invloed daarvan op het verloop van de kruip te kennen. In het algemeen wordt aangenomen dat de omstandigheid, dat de atomen tengevolge van een structuurverandering bewegelijk zijn, een vermindering van de mechanische sterkte en een verhoging van de vervormbaarheid („position change plasticity") met zich meebrengt [37]. Op grond hiervan zouden we dus bij een verandering van het aantal storingscentra een tijdelijk vergrote kruipsnelheid moeten verwachten. We hebben dit verloop in figuur 7*a* aangegeven, voor het geval dat een legering, die afscheidingsharding vertoont, tijdens het kruipen van de afgeschrikte toestand (eenfazig; weinig gestoord rooster) overgaat in de optimaal geharde toestand (gestoord rooster). De verschillende stippellijnen in dezelfde figuur geven het rek-tijdverloop voor de drie karakteristieke toestanden die zich bij de afscheidingsharding voordoen en wel in de veronderstelling dat ieder van deze toestanden onder de omstandigheden der proef volkomen stabiel is. Als we het verloop van de getrokken lijn (tijdens de proef veranderende legering) vergelijken met dat der stippellijnen dan zien we dat eerst voor tijden groter dan t_1 de vervorming van de tijdens de proef geharde legering kleiner is dan die van de legering die volhardt in de afgeschrikte (minst kruipvaste) toestand. De ligging van dit tijdstip t_1 wordt in de eerste plaats bepaald door de mate van de tijdelijke verhoging van de kruipsnelheid en verder door het verschil in kruipsnelheid tussen de afgeschrikte en de optimaal geharde toestand. In fig. 7*b* is op geheel overeenkomstige wijze de kruipcurve „geconstrueerd", indien de legering van de afgeschrikte toestand eerst overgaat naar de optimaal geharde toestand en vervolgens naar de evenwichtstoestand. Hierbij zou dus tweemaal een stadium van verhoogde kruipsnelheid moeten optreden. Indien deze voorstelling van zaken inderdaad juist is, volgt hieruit dat men een kruipvast materiaal voor het in bedrijf stellen de gunstigste structuur moet geven en dat men deze toestand niet tijdens een periode van belasting moet laten ontstaan.

De vraag is nu in hoeverre het hiervoor geschetste beeld experimenteel bevestigd is. Door JENKINS, BUCKNALL en JENKINSON [38] is aan een koperlegering met 2,6% *Ni* en 0,6% *Si*, die afscheidingsharding vertoont, de kruipvastheid bij verschillende temperaturen gemeten in afhankelijkheid van de uitgangsstructuur. Als kriterium voor de kruipvastheid is daarbij de spanning die breuk in 1000 uur veroorzaakt aangehouden[6]) en het verloop van de vervorming met de tijd, dat ons hier speciaal interesseert, is niet gemeten. De drie karakteristieke uitgangstoestanden waren:

a. de afgeschrikte toestand;

b. de volledig geharde toestand;

c. de evenwichtstoestand, verkregen door zeer langzaam afkoelen.

De resultaten, die JENKINS en medewerkers bij hun metingen verkregen hebben, komen in eerste instantie niet overeen met de verwachtingen zoals die in fig. 7 *a* en *b* neergelegd zijn. Het blijkt n.l. (fig. 7 *c*):

a. dat de geharde legering bij temperaturen boven 230° minder „breukvast" is dan de legering in de evenwichtstoestand, terwijl beide toestanden gedurende de proef — beoordeeld op de hardheid — slechts weinig veranderen.

b. dat de afgeschrikte legering, die tijdens de proef afhankelijk van de temperatuur meer of minder hardt boven 260°, „breukvaster" is dan de (nagenoeg niet veranderende) geharde legering.

We zouden op grond van deze resultaten zeker niet de gevolgtrekking willen maken, dat hetgeen hiervoor over de invloed van „position change plasticity" verondersteld werd, onjuist is. Daarvoor zijn de gegevens, die het onderzoek van de *Cu-Ni-Si*-legering opgeleverd heeft, te onvolledig:

a. omdat beoordeling op breuk principieel verschillend is van beoordeling op vervormingssnelheid.

b. omdat het mechanisme van de afscheiding, die in de *Cu-Ni-Si*-legering plaats heeft, niet in bijzonderheden bekend is.

c. omdat we de invloed van de kleine hardheidsstijgingen, die zowel de geharde als de langzaam afgekoelde legering tijdens de proef hebben ondergaan, niet kennen.

Onze conclusie moet zijn, dat we over de invloed van de afscheidingsharding op de kruipeigenschappen in feite nog zeer onbevredigend ingelicht zijn, ondanks het feit dat het grote belang van deze invloed in de discussies over kruipvastheid steeds — en waarschijnlijk terecht — naar voren gebracht wordt.

VI Slotopmerking

We willen dit overzicht eindigen met op te merken dat er in het gebied, waarvoor we ons hier interesseren, zoveel „beweging" zit, dat het bijna onmogelijk is om een „up to date" overzicht samen te stellen. Zo kwam er tijdens het schrijven van dit

[6]) Een grootheid die we met „breukvastheid" zouden kunnen aangeven.

artikel een publicatie uit van de hand van BLIN en GUINIER[39] waarin betoogd wordt, dat in sterk vervormde materialen gaten ter grootte van circa 100 atomen voorkomen op een onderlinge afstand gemiddeld 200 Å.

Op iedere 10.000 atomen moet men zich dan zulk een hiaat van 100 atomen denken. Om deze gaten te doen verdwijnen is volledige rekristallisatie nodig; bij herstel blijven ze bestaan. Als dit beeld inderdaad aanvaardbaar blijkt te zijn, is het plausibel dat dit ook geldt voor sterk vervormde zones (b.v. kristalgrenzen, glij-,,lijnen") van een als geheel betrekkelijk weinig vervormd materiaal en het is wel duidelijk dat hiermede dan een nieuw element in de beschouwingen over de aard en het mechanisme van het kruipverschijnsel geïntroduceerd wordt.

Literatuur

Bij deze lijst is in geen enkel opzicht naar volledigheid gestreefd, er zijn alleen een aantal artikelen vermeld waarin het betreffende onderwerp representatief behandeld wordt en die een goed uitgangspunt zijn, indien men meer in detail van bepaalde onderwerpen kennis wenst te nemen.

[1] R. M. PARKE, *Metal Progress*: **60**, (1), (1951) July, 95, (fig. 7.)
[2] R. A. LONG, K. C. DIKE and H. R. BEAR, *Metal Progress*: **60**, (3), (1951), Sept., 85, (fig. 7.)
[3] A. KRISCH en A. POMP, *Arch. Eisenhw.* **20**, (1949), 189/195.
[4] C. ZENER, Elasticity and anelasticity of metals, (1948), blz. 132 en 140. A. H. SULLY: Metallic creep: (1949), blz. 100/101.
[5] R. KING, R. W. CAHN en B. CHALMERS: *Nature (London)*: **161**, (1948), 682.
[6] T. S. KÉ, *Phys. Rev.*: **71**, (1947), 533.
[7] C. ZENER, Elasticity and anelasticity of metals: (1949, blz. 111 e.v.
[8] C. ZENER, *Trans A.I.M.E.*: **152**, (1943), 122. *Phys. Rev.*: **71**, 1947, 34.
[9] C. G. DUNN en F. LIONETTI, *J. of Metals*: **1**, (1949), 125/132.
[10] F. SEITZ, *The Physics of metals*: (1934), p. 108.
[11] G. R. DEAN en W. P. DAVEY, *Trans. A.S.M.*: **26**, (1938), 267.
[12] E. C. RHODES, *J. Inst. Metals*: **75**, (1949), 604 (fig. 15).
[13] W. KOCH, *Stahl und Eisen*: **69**, (1949), 1/8.
[14] W. KOCH en H. J. WIESTER, *Stahl und Eisen*: **69**, (1949), 73/79.
[15] C. R. AUSTIN, C. R. ST. JOHN en R. W. LINDSAY, *Trans. A.I.M.E. (Iron and St. Div.)* **162**, (1945), 84/105.
[16] E. W. COLBECK en J. R. RAIT, Symposium on high-temperature steels and alloys for gas turbines, London 21/22 Febr. (1951) preprints p. 115/121.
[17] W. CRAFTS en J. L. LAMONT, *J. of Metals* **2**, (1950, 561/574.
[18] R. ROSCOE, *Phil. Mag.* **21** (series 7), (1936), 399.
[19] E. N. DA C. ANDRADE en A. J. KENNEDY, *Proc. Phys. Soc.* B **64**, (1951), 363/366.
[20] M. R. PICKUS en E. R. PARKER, Symposium on corrosion of materials at elevated temperatures, Atlantic City June 26, (1950). ASTM Techn. Publ. Nr 108. Febr. (1951) blz. 26/33. *J. of Metals*, 3, (1951), 792/796.
[21] O. C. SHEPARD en W. SCHALLIOL, (zie 20), blz. 37, tabel IV.
[22] W. G. HUBBEL, *Techn. News Bull. NBS*, **35**, (1951), 145/147. *Metal Progress*: **60**, (1951), 87/91.
[23] Better Enameling: Jan. (1951), 11/28 (met uitvoerige literatuurlijst).
[24] A. PFÜTZENREUTER en G. MASING, *Z. Metallk*: **42**, (1951), 361/370.
[25] G. V. SMITH, Properties of metals at elevated temperatures, (1950), blz. 117, (fig. 93).
[26] R. F. TYLECOTE, *J. Inst of Metals*, **78**, (1950), 301/326.
[27] Résumé of high temperature investigations conducted during (1946—1947), F. blz. 67/78.
[28] J. W. FREEMAN, (zie 20) blz. 40, discussie.
[29] F. RAPATZ, *Stahl und Eisen*, **61**, (1941), blz. 1076, (fig. 5).
[30] J. L. MEIJERING en M. J. DRUYVESTEYN, *Philips Research Reports*: **2**, (1947), 81/102 en 260/280.
[31] G. T. HARRIS en H. C. CHILD, Symp. on high temp. steels and alloys for gasturbines, London 21/22 Febr. (1952). Preprints, blz. 80.

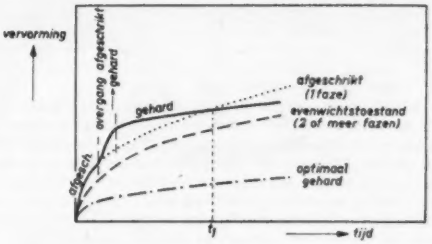


Fig. 7a.

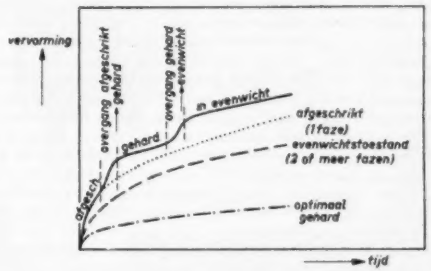


Fig. 7b.

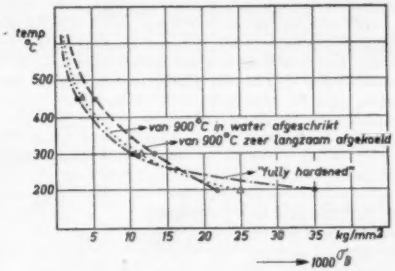


Fig. 7c.

Fig. 7. Invloed van structuurveranderingen die tijdens het kruipen plaats vinden, op het verloop van de vervorming met de tijd bij een legering met afscheidingsharding. *a.* De legering gaat tijdens het kruipen over van de afgeschrikte naar de geharde toestand. *b.* De legering gaat van de afgeschrikte toestand eerst over in de geharde toestand en vervolgens in de evenwichtstoestand. *c.* Resultaten van tijd-tot-de-breuk-proeven aan een koperlegering met 2.6% *Ni* en 0,6 *Si*. De spanning voor breuk in 1.000 uur is uitgezet tegen de temperatuur voor drie verschillende uitgangstoestanden. Metingen van JENKINS, BUCKNALL en JENKINSON [38].

[32] G. T. HARRIS en H. C. CHILD, (als 31) (fig. 14, blz. 75).
[33] (Als 30) blz. 278.
[34] D. N. FREY en J. W. FREEMAN, *J. of Metals*, 3, (1951), 755/760.
[35] H. J. TASPELL, C. A. BRISTOW en C. H. M. JENKINS, *Proc. Inst. Mech. Eng.* **146**, (1941), 208/222.
[36] C. W. DOLLINS, *University of Illinois Bulletin*, **48**, (1950), nr. 17, (fig. 15, blz. 45).
[37] A. H. SULLY, Metallic Creep, (1949), blz. 142/147.
[38] C. H. M. JENKINS, E. H. BUCKNALL en E. A. JENKINSON, *J. Inst. of Metals*: 70, (1944), 57.
[39] J. BLIN en A. GUINIER, *Comptes Rendus*, **233**, (1951), 1288/1290.

BOEKENNIEUWS

539.214

W. PRAGER and P. G. HODGE. **Theory of perfectly plastic solids.** John Wiley and Sons, New York (1951), 264 blz. Prijs $ 5.50.

De grote opleving van de belangstelling in de plasticiteitstheorie wordt weerspiegeld in het aantal boeken, dat sinds de oorlog op dit gebied is verschenen aan beide zijden van het ijzeren gordijn. Beperken we ons tot de hier beter toegankelijke werken dan kunnen wij noemen VAN ITERSON's „Plasticiteitsleer" (1945), waarvan in 1947 ook een Engelse uitgave verscheen, de tweede druk van NÁDÁI's bekende boek „Plasticity" onder de nieuwe titel „Theory of flow and fracture of solids" (vol 1, Mc Graw-Hill, 1950), FREUDENTHAL's „The inelastic behavior of engineering materials and structures" (Wiley, 1950), HILL's „Mathematical theory of plasticity" (Oxford University Press, 1950) en het thans te bespreken boek. Opmerkelijk is de gelukkige wijze waarop deze boeken elkaar aanvullen. Terwijl het eerstgenoemde tweetal boeken het stempel draagt van de in de practijk gewortelde ingenieur is het uitgangspunt van FREUDENTHAL veeleer de physische materiaalstructuur en leggen HILL en PRAGER en HODGE zich vooral toe op de berekening van spanningen en vormveranderingen in constructies uit materialen met passend geïdealiseerde betrekkingen tussen spanningen en vormveranderingen. PRAGER en HODGE beperken zich hierbij nog tot de z.g. ideaal-plastische materialen, die onder constante spanning vloeien en derhalve geen versteviging vertonen.

Op een inleiding, waarin de aard van de vraagstukken der plasticiteitsleer wordt geschetst, volgen in hoofdstuk 1, na een recapitulatie van de in hoofdzaak bekend onderstelde beschrijving van spanningstoestand en vervormingstoestand en van de wet van HOOKE voor het elastische gebied, beschouwingen over de vloeivoorwaarden van VON MISES en van TRESCA en de formulering van de betrekkingen tussen spanningen en vervormingen in het plastische gebied. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen *beteugelde* plastische vervorming, waarbij de grootte van de plastische vervorming wordt beperkt door aangrenzende elastische delen van het beschouwde lichaam en *vrije* plastische vloeiing, waarbij deze beteugeling ontbreekt. In het eerste geval is het elastische aandeel der vervormingen van dezelfde orde van grootte als het plastische aandeel en worden de vergelijkingen van PRANDTL en REUSZ voor het verband tussen spanningen en vervormingen gebezigd. Bij de vrije vloeiing worden daarentegen de elastische bijdragen tot de totale vervormingen verwaarloosd en worden de vergelijkingen van LÉVY—VON MISES toegepast.

Hoofdstuk 2 geeft enkele eenvoudige toepassingen op vakwerken en op de buiging van balken met rechthoekige doorsneden.

In hoofdstuk 3 wordt de wringing van prismatische staven in het plastische gebied uitvoerig behandeld na een inleiding over de elastische wringing. Behalve de bekende zandheuvelanalogie van NÁDÁI wordt ook de welving van de doorsneden besproken alsmede de samengestelde belasting door trek en wringing.

Hoofdstuk 4 behandelt de spanningsverdeling en de vervorming in door inwendige overdruk belaste dikwandige cylinders voor het geval dat de axiale rek nul kan worden gesteld. De drie niet - lineaire simultane partiële differentiaalvergelijkingen, die het vraagstuk beheersen, worden afgeleid en de resultaten van een numerieke integratie worden vermeld en vergeleken met de exacte oplossing van het door verwaarlozing van de samendrukbaarheid vereenvoudigde probleem en wel voor buizen waarvan de buitendiameter het dubbele is van de inwendige middellijn. Vervolgens wordt de herhaalde belasting en ontlasting van een buis behandeld alsmede de vrije vloeiing zodra de gehele buis plastisch is geworden.

De twee volgende hoofdstukken zijn gewijd aan de behandeling van vlakke vervormingsvraagstukken met verwaarlozing van de elastische vervormingen. De bekende theorie van HENCKY en PRANDTL wordt besproken, terwijl ook veel aandacht wordt besteed aan de recentere theorie van de discontinu oplossingen.

Hoofdstuk 7 behandelt de beteugelde plastische vervorming met inachtneming van de elastische vormveranderingen. In het bijzonder wordt beschouwd de *veiligheidsfactor* tegenover vrij vloeien, d.i. de gemeenschappelijke factor waarmede alle uitwendige belastingen moeten worden vermenigvuldigd opdat juist het begin van vrij vloeien wordt bereikt. Enkele algemene stellingen worden afgeleid, waarmee voor deze veiligheidsfactor in beginsel een bovengrens en een ondergrens kunnen worden bepaald zonder detailkennis van de optredende spannings- en vervormingstoestand. In hoofdstuk 8 worden deze stellingen uitgebreid tot driedimensionale vraagstukken, terwijl ook enkele van de minimumprincipes der plasticiteitstheorie worden behandeld.

Het gehele boek is gekenmerkt door een zeer heldere betoogtrant, waardoor de toegang tot de moeilijke plasticiteitsleer voor velen is vergemakkelijkt. De aan het einde van elk hoofdstuk toegevoegde vraagstukken geven niet alleen een toetssteen voor het verworven inzicht maar ook nog enige uitbreiding van de stof. T.a.v. enkele vraagstukken aan het einde van de twee laatste hoofdstukken betwijfelt recensent evenwel of zij door de meeste der door de schrijvers beoogde lezers zullen kunnen worden opgelost. Te betreuren valt overigens — en dit is de enige ernstige bedenking van recensent tegen dit uitnemende boek — dat de schrijvers geen plaats hebben ingeruimd voor bespreking van de nog gebrekkige experimentele verificatie van de door hen gebruikte vergelijkingen van PRANDTL—REUSZ en van het vloeicriterium van VON MISES, waardoor bij oningewijde lezers ten onrechte de indruk zou kunnen ontstaan alsof hierover reeds het laatste woord is gezegd.

Prof. dr ir W. T. KOITER.

RECTIFICATIE

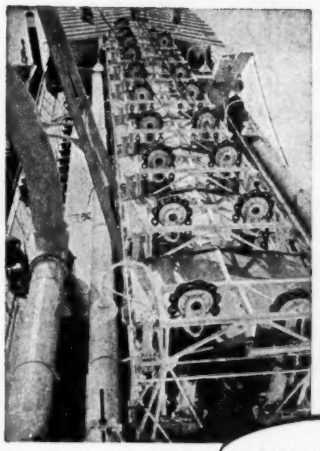
Eerst in het zojuist verschenen nummer van *Nature*[1]) wordt melding gemaakt van de nieuwe openbaar gemaakte gegevens over uraan zuilen, die wij in *De Ingenieur* van 20 April 1951 reeds publiceerden. Door een onduidelijkheid in de redactie van onze bron[2]) verkeerden wij destijds in de onzekerheid over de identiteit van een genoemde integraal, reden waarom wij op pagina 0 23 regel 6 van boven vermeldden: „Deze integraal komt waarschijnlijk overeen met integraal (9—9) van SOODAK & CAMPBELL[3]). Waarschijnlijk, omdat de functie $\delta(E)$ in onze bron niet nader omschreven is." Uit de publicatie in *Nature* blijkt nu duidelijk, dat hier niet de z.g. Resonance-escape-integraal bedoeld is, doch de resonance-absorptie-integraal. Dit is een integraal die in het boek van SOODAK & CAMPBELL niet apart genoemd wordt, doch ze is de integraal over de tweede term van vergelijking (9—6) genomen over een gedeelte van het energiegebied van 0,4 *ev* tot 1 *Mev*.

Hiermede vervalt dan tevens onze beschouwing over de ontsnappingskans, aan de onderzijde van de eerste kolom op de zelfde pagina, immers het gaat nu over de kans dat een neutron wél gesnapt wordt. Vergeleken bij de absorptie doorsnede van grafiet voor thermische neutronen, die 0,0048 barns bedraagt, is de in ons artikel berekende waarde voor de integraal, n.l. 11,2 barns, toch niet zo gering als wij wel vermoedden.

de R.

[1]) *Nature* 169 No. 4308 871 1952.
[2]) *Chemical & Engineering News* 28 (51) 4464 1950.
[3]) HARRY SOODAK & EDWARD C. CAMPBELL: Elementary Pile Theory, CHAPMAN & HALL, London 1950.

Inhoud TECHNISCH WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK 9: Symposium terugkoppeling. IV. Positie-sturing als practisch voorbeeld van terugkoppeling, door ir G. BAZUIN. Factoren die de kruip van metalen beïnvloeden, door ir J. J. DE JONG. — Boekennieuws: W. PRAGER and P. G. HODGE, Theory of perfectly plastic solids, door prof. dr ir W. T. KOITER. — Rectificatie.



Klepbeweging voor zellleegzuigende Hopperzandzuiger

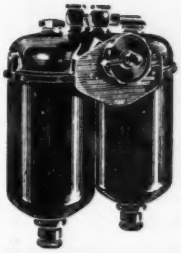
Bauduin

L. SMIT & ZOON

KINDERDIJK

3

C.A.V.



„Duplex" filters

Parallel filters onmisbaar voor continu draaiende motoren. Reiniging van het ene filter en brandstoftoevoer via het andere vinden gelijktijdig plaats

Importeur voor Nederland

Ca 3 g

Transmark

N.V. HANDELMAATSCHAPPIJ · TRANSMARK · HOOFTLAAN 57 · BUSSUM

eland zonnefilters

(venetian blinds)

ELAND-BRANDT
LIJNBAANSGRACHT 189
AMSTERDAM

N.V. FABRIEK VAN GEPERSTE ROESTVRIJ STALEN ARTIKELEN „PERSVAT"

FABRIEK: NOORDHOEK, PAPENDRECHT — TEL. 6831 — POSTADRES: POSTBUS 74, DORDRECHT

★

Heeft ruimte voor ZWAAR PERSWERK op trekpers van 500 ton en GLOEIWERK in oven tot 1100° C.

Heetwaterinstallaties

Centrale Verwarming
Fabrieksinstallaties door stoom en heet water
Luchtbevochtiging en ontneveling
Oliestookinrichting
Industriële Drooginstallaties

Wolter & Dros

INGENIEURSBUREAU AMERSFOORT

Bijkantoren: Amsterdam, Rotterdam en Vught

WARM · KOUD · DROOG · NAT · W D

Opgericht 1879

N.V. MACHINEFABRIEK A. FONTIJNE

SCHIEDAM

TEL. K-1800 : 69400 (3 lijnen)

★

Fabrikanten van:

Hydraulische persen

voor elke industrie.

★

Alleen-vertegenwoordigers voor Nederland van:

Hydraulische pompen

Fabrikaat:

ANDREW FRASER & CO Ltd - ENGELAND

Motorschakelaars
met en zonder thermische beveiliging, voor opbouw en inbouw.

Relais
voor wissel- en gelijkstroom.

Hefmagneten

Vlotterschakelaars

Luchtstromingsschakelaars
voor air-conditioning.

Drukknopelementen

Vraagt onze catalogus.

„AFO" Apparatenfabriek „Overijssel", N.V.

TELEFOON 941 (5 LIJNEN) — HATTEM (GLD.).

STAALBOUW

Fabrieksgebouwen
Kapconstructies
Stalen Ramen
Glasroeden

NED. STAALINDUSTRIE N.V.

ROTTERDAM,
KEILEWEG 40 — TELEFOON 35168 (6 lijnen)

RIJK GEILLUSTREERDE CATALOGUS RAMEN OP AANVRAAG VERKRIJGBAAR.

CARBORUNDUM

WYNMALEN & HAUSMANN TRADE MARK

- SLIJPSCHIJVEN
- SNIJSCHIJVEN
- SCHUURBLOKKEN
- SEGMENTEN
- KORRELS
- POEDER
- SCHUURLINNEN

IMPORTEURS:

CARBORUNDUM TRADING COMPANY

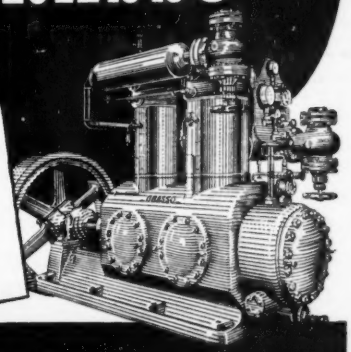
WYNMALEN & HAUSMANN

Westerkade 10 ROTTERDAM Tel. 113380 (3 lijnen)

Industriële
KOELINSTALLATIES

Geen Risico . . . dus

GRASSO



Vraagt inlichtingen over uit te breiden of nieuw te bouwen installaties.

GRASSO'S MACHINEFABRIEKEN N.V.
's-HERTOGENBOSCH

BERNET
VOOR

DURAX

vuurvaste materialen

DURAX I Hoog vuurvaste stampmassa, verhardend bij 't stoken. Vuurvastheid ± 1750°C., werktemp. tot 1650°C.

DURAX II Vuurvaste beton. Voor het zelf maken van vormstukken ook van de ingewikkeldste vorm. Vuurvastheid 1480°C., werktemp. 1300°C.

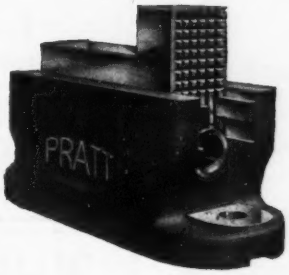
DURAX III Zeer fijnkorrelig hoogvuurvast cement, luchthardend, geeft zeer dunne voegen, vuurvastheid ± 1750°C.

Alles uit voorraad.

WB

W. BERNET & Co. N.V.
GRASWEG 35-40 - AMSTERDAM-N. - TEL. 60841 (7 LIJNEN)

PRATT Klauwplaten



Het beeld van volmaaktheid

PRATT KLAUWPLATEN WORDEN IN ALLE TYPEN VERVAARDIGD EN ZIJN VERKRIJGBAAR IN EEN VOLLEDIGE REEKS AFMETINGEN.

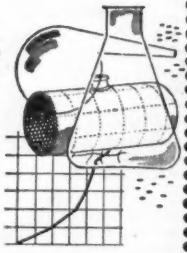
EEN PRODUCT VAN DE GROOTSTE FABRIEK VAN KLAUWPLATEN IN EUROPA

Alleenvertegenwoordigers:

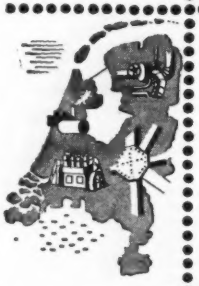
VAN RIETSCHOTEN & HOUWENS — WESTZEEDIJK 469—479 — ROTTERDAM-W.

Chemische reiniging en bescherming verlengen de levensduur van Uw installatie

Producten, methoden en apparatuur voor:

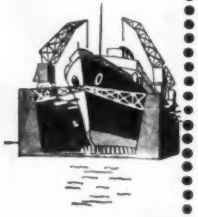


VERWIJDERING VAN KETELSTEEN
EN ANDERE AANKORSTINGEN
ONTVETTING
ONTKOLING
ROESTVERWIJDERING
FOSFATEREN (WARM EN KOUD)
KETELWATER BEHANDELING
KOELWATER BEHANDELING



Gespecialiseerde ploegen voor het uitvoeren van chemische reinigingswerkzaamheden aan krachtwerktuigen en productie-installaties voor industrie en scheepvaart.

FOSFATERINGS-INSTALLATIE in bedrijf voor het uitvoeren van werkzaamheden voor de industrie.



Havenploegen voor chemische reinigingswerkzaamheden aan boord van schepen; onmiddellijk of op zeer korte termijn beschikbaar.

MRB

N.V. VOOR METAALREINIGING EN -BESCHERMING

Voorburg
Westvlietweg 36
Telefoon 778800 (K 1700)

SWARTTOUW
SCHIEDAM

STAALCONSTRUCTIES

BRUGGEN
GEBOUWEN
TANKS
GASHOUDERS
PIJPLEIDINGEN

N.V. **NED. KOPER-METAAL INDUSTRIE**
DELFT

KOPER
ALUMINIUM
ROESTVRIJSTAAL
APPARATENBOUW

N.V. FABRIEK VOOR PERSPLASTIEK
GEBR. VAN NIFTRIK
PUTTE (N.-Br.) — Telefoon 8 (2 lijnen)

Vervaardiging van alle technische vormstukken in
BAKELIET
alsmede
POLOPAS, MELOPAS EN NYLON
(bv. tandwielen en kettingwielen enz.)
volgens model of tekening.

OOK SPUITGIETWERK in iedere gewenste vorm. Eigen, modern ingerichte **CONSTRUCTIEWERKPLAATS** voor de vervaardiging van matrijzen en werktuigen. Wij vervaardigen tevens matrijzen voor bakelietwerk in opdracht van perserijen.

Bezoekt onze toonkamers te Den Haag
Cornelis Speelmanstraat 15 — Telefoon 724 276 en 771 173.

WIJN & DEKKER's BOUWBEDRIJF N.V.

★ MASSAWONINGBOUW
★ UTILITEITSBOUW
★ BETONBOUW

KANTOOR: GRONINGEN
Dr. C. Hofst. de Grootkade 47
Telefoon 25972

KEURING VAN HET RIJKSSTOOMWEZEN ?

Uw **Stoomketel** wordt door onze mensen in een minimum van tijd ontmanteld en weer opnieuw bemetseld.

FIRMA J. J. DERWORT - DELFT

C. FOCKSTRAAT 89 TELEFOON 649 en 896

Uitvoerders van isolatiewerken en ketelbemetselingen.

Firma Nannings en Kruijer

GROOTHANDEL

IN- EN VERKOOP

NON-FERRO - SCHROOT
TEXTIELAFVAL - OUD PAPIER

Nieuwe havenweg - Telefoon 20581
Nijhofstraat 68 - Telefoon 24330

ARNHEM

Grote kwantums worden met eigen wagens afgehaald.

METAALINDUSTRIE A. VAN PUTTEN & ZN.

LIJNBAAN 43 B - DORDRECHT TELEFOON 5953

Speciale Fabriek voor:

★ Snijstempels
Zet- en Buigstempels
Hoogslijtvaste onderdelen
voor de Betonindustrie
Rechte- en
Profielschaarmessen

SPECIAAL INGERICHT VOOR HET HARDEN EN CEMENTEREN

GIETWERK

in NON FERRO MATERIAAL

★

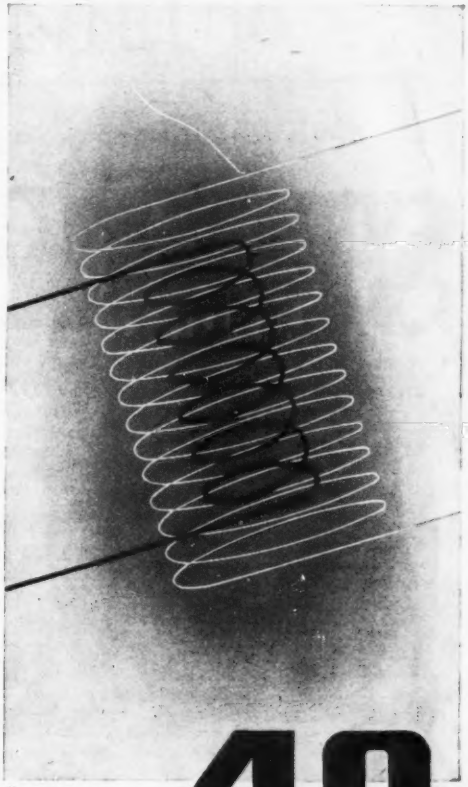
speciaal adres

DE GIETKROES Bergen op Zoom

Tel. 1301

★

BRONSWERKEN
ALUMINIUM GIETWERKEN



40

jaren

1912 - 1952

R.E.A.F.

transformatoren

alle soorten transformatoren tot 50 k VA

ROTTERDAMSE
ELECTRISCHE
APPARATEN
FABRIEK

J. P. BAARS

Jufferstraat 12
Rotterdam-C.
Tel. 27825

STORK

verticale pompen voor waterleidingen

★

Hoog rendement
Stabiele constructie
Geringe plaatsruimte
Gemakkelijke demontage
Eenvoudige opstelling ter plaatse

KONINKLIJKE MACHINEFABRIEK GEBR. STORK & CO. N.V. HENGELO

DE INGENIEUR

W. WERKTUIG- EN SCHEEPSBOUW 6.

Messmethoden und Definition der Oberfläche[1)]

539.213.26.08

von H. BECKER

Summary: *Measurement and analysis of surfaces.*

A survey is given of the methods used for the purpose of analysing and determining surface finishes, and of the instruments for measuring them.

Im Bereich der Oberflächenkunde spricht man von:

1. Makrogeometrie der Oberfläche,
2. Mikrogeometrie der Oberfläche,
3. Technisch-physikalische Oberflächenkunde.

Unsere Betrachtungen bleiben im Rahmen der beiden ersten Gebiete. Für die Trennung zwischen Makro- und Mikrogeometrie schlägt SCHMALTZ vor, die Grenze zwischen beiden durch die Seitenlänge von einer Fläche von 1 mm² festzulegen. Die Gestaltungen innerhalb einer solchen Fläche seien Gegenstand der Mikrogeometrie. Er weist dabei auf Grenzfälle hin, auf die eine solche Unterscheidung nicht mehr zutrifft. Durch die Entwicklung neuer Meßgeräte, die es gestatten, große Bereiche der Oberfläche gleichzeitig auf ihre Rauheit und Formgenauigkeit hin zu untersuchen, erweist es sich als notwendig, die Grenze zwischen Makro- und Mikrogeometrie von Fall zu Fall variabel zu gestalten.

Die Oberflächenrauheit ist abhängig vom Material und dessen Bearbeitung. Sie ist z.B. beim Hobeln und Drehen gegeben durch die Spantiefe, den Vorschub des Stahles und der Weichheit des abgehobenen Materials. Die üblichen Maximalwerte der Rauheit liegen in diesem Fall bei 200 bis 300 μ. Es liegt nahe, zu versuchen, diese Riefen irgendwie zu vermessen und so in Einklang zueinander zu bringen, daß daraus, wie bei Passungen, eine sinnvoll gestaffelte Reihe entsteht.

In der technisch-physikalischen Oberflächenkunde werden alle die Zusammenhänge geklärt, die sich aus Oberflächengestalt und Oberflächengüte einerseits und Passung, Reibung und Verschleiß andererseits ergeben.

Ein Standardwerk, welches die Problemstellung dieser Gebiete erschöpfend behandelt, ist das Buch „*Technische Oberflächenkunde*" von Prof. SCHMALTZ.

Die Untersuchungsmethoden von Oberflächenrauheit, — Prüfung- und Messung können in zwei Hauptgruppen eingeteilt werden.

1. Betrachtungsgruppe (direktes Sehen)
2. Die Tastgruppe (indirektes Sehen)

Die Herleitung der ersten Verfahrengruppe beruht, wie ihr Sammelname sagt, auf dem Betrachten der Oberflächen.

In der Entfernung der deutlichen Sehweite von 250 mm können vom menschlichen Auge zwei Dinge mit einem Abstand von 70 μ noch getrennt genommen werden. Die Sehstrahlen, welche zwei eben trennbare Punkte mit dem Auge verbinden, bilden dann einen Winkel von 1′. Wenn uns eine Fläche gleichmäßig beleuchtet erscheint, können wir keine kleineren Rauheiten als 70—80 μ wahrnehmen. Lassen wir das Licht aber so auf die Fläche auftreffen, daß nur die abgebeugten Strahlen ins Auge gelangen, so können auch bedeutend feinere Risse erkannt werden. Diese Betrachtung gibt eine Art Dunkelfeldwirkung, die es ermöglicht, noch Risse von 0,7 μ zu erkennen.

Besonders bei Beobachtung größerer Flächen können infolge dieser Eigenschaft des Auges periodisch auftretende Wellen festgestellt werden (Schwingungsrisse).

Die Optik bietet eine Reihe von Verfahren, um Oberflächenrauheit zu prüfen und zu messen.

Das einfachste Verfahren, die Rauheit einer Oberfläche zu demonstrieren ist dann gegeben, wenn man ein *Messerlineal* auf die zu untersuchende Oberfläche aufsetzt und den zwischen der Oberfläche und der Messerkante auftretenden Lichtspalt betrachtet. Ein Spalt von ca. 1 μ ist noch sichtbar. Eine Messung ist nicht möglich.

Soll eine Oberfläche nur auf Fehlstellen untersucht werden, (feststellen des Abstandes von Rattermarken oder sonstigen wiederkehrenden groben Bearbeitungsunregelmäßigkeiten) so genügt für diese Zwecke eine normale *Lupe* mit schwacher Vergrößerung 2—8 fach. Besser eignet sich für diesen Zweck die binokulare Prismenlupe. Man erhält mit ihr ein plastisches Bild. Eine Messung kann nicht ausgeführt werden. Allgemein kann höchstens gesagt werden, diese Fläche ist rauh oder glatt.

Will man von der einfachen Betrachtung der Oberfläche zu einer Beurteilung für die Fertigung gelangen, so kann folgender Weg eingeschlagen werden: Für eine ganze Reihe von Maschinenteilen ist infolge von Versuchen usw. die zu erreichende Oberflächengüte festgelegt. Man benutzt eine bekannte Oberfläche (Musterfläche) und vergleicht sie mit einer solchen aus der Fertigung. Es werden Mikroskope benötigt, die gestatten, im Okularfeld gleichzeitig die Musterfläche und die zu untersuchende Fläche dicht nebeneinander zu sehen. Ein derartiges Gerät ist der Oberflächenvergleichsprüfer der Firma Busch (Rathenow), und das binokulare Vergleichsmikroskop der Fa. Leitz (Bild 1).

Diesen Untersuchungsmethoden lassen sich keine Maßzahlen zuordnen. Sie erlauben nur die Feststellung, ob überhaupt die gewünschte Größenordnung der Rauheit eingehalten ist. In einer ganzen Anzahl von Fällen sind sie für die Praxis ausreichend.

Ein optisches Verfahren, welches gestattet objektiv eine Fläche zu untersuchen und meßbare Werte ergibt, ist das Lichtschnittgerät ursprünglich von Linnik, später von Zeiss auf Veranlassung von Prof. SCHMALTZ aufgegriffen (Bild 2) und das Lichtschnittgerät nach Stade der Fa. Busch (Raulimeter, Bild 3).

Beide Verfahren werden mehr oder weniger subjektiv angewandt und unterliegen demnach auch den Fehlern, die bei einer subjektiven Auswertung vorhanden sind. Reihenuntersuchungen mit Lichtschnittgeräten haben bestätigt, daß es nicht möglich ist, ein einheitliches Resultat zu erzielen wenn mehrere Personen dieselbe Messung durchführen. Lediglich photographische Aufnahmen können hierbei Abhilfe bringen. Man könnte sich beispielsweise vorstellen, daß ein Lichtschnittgerät schrittweise über eine Oberfläche hinweggeführt wird und eine Registrierkamera eine ununterbrochene Lichtlinie aufnimmt.

[1)] Voordracht gehouden voor de Sectie Regeltechniek op 20 Nov. 1951 te Utrecht.

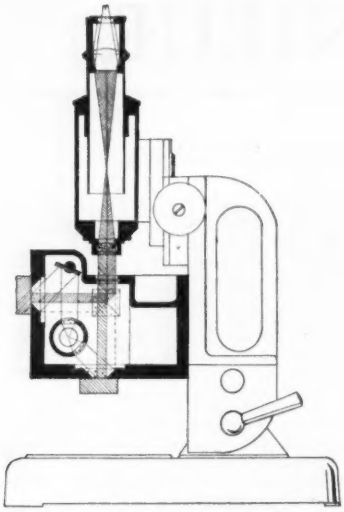


Fig. 1. Binokulare Vergleichsmikroskop der Fa. Leitz.

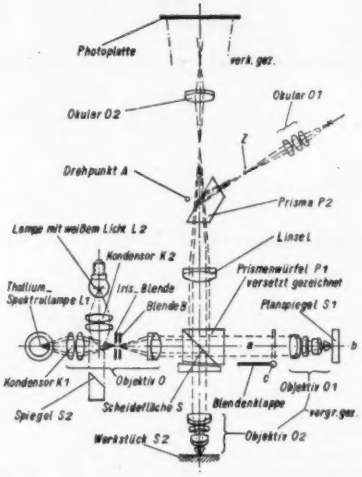


Fig. 4. Strahlengang des Interferenzmikroskops.

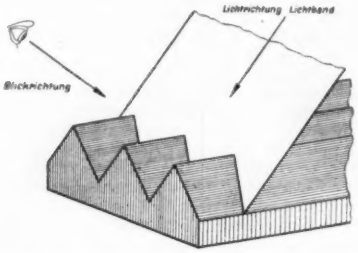


Fig. 2. Das Lichtschnittverfahren schematisch dargestellt.

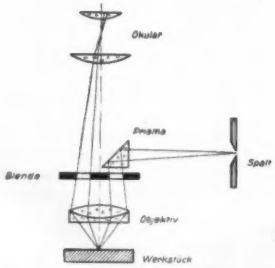


Fig. 3. Der Strahlengang im Raulimeter.

In diesem Falle würde der Registrierfilm die Oberflächenrauhigkeit meßbar darstellen. Die Anforderungen, die an den Transport des Gerätes, resp. an den Transport des Prüflings gestellt werden, sind dieselben, wie wir sie später bei der Beschreibung der Tastgeräte vorfinden werden.

Ein weiteres Verfahren, die Oberfläche optisch meßbar zu untersuchen, ist das *Schichtlinienverfahren*. Dasselbe stellt die Oberfläche so dar, wie eine Landkarte die Erdoberfläche. Es werden die Linien gleicher Höhe in eine horizontale Ebene projiziert.

Eine Feinstdarstellung von Prüfflächen nach diesem Verfahren wird durch das *Interferometer* ermöglicht. Ein Gerät dieser Art ist das *Interferenzmikroskop der Firma Carl Zeiß* (Bild 4).

Die größte Unregelmäßigkeit einer Oberfläche, die mit dem Interferenzmikroskop noch zu erkennen ist, ist in der Auflösbarkeit der Interferenzlinien gegeben. Die brauchbare obere Grenze liegt bei etwa 1 μ, seine untere brauchbare Grenze bei ca. 0,06 μ (gut spiegelnde Fläche vorausgesetzt).

Bei diesem Verfahren, welches Meßwerte ergibt, ist die Größe der zu untersuchenden Oberfläche von dem Sehfeld des Mikroskopobjektives abhängig. Je höher die Ablesegenauigkeit gesteigert werden soll, desto kleiner das Feld. Während Lichtschnittgeräte und Interferometer mit direkten Maßzahlen arbeiten, gibt es noch einige optische Geräte, die wohl Maßzahlen ergeben, deren Wert jedoch kritisch aufzufassen ist. Als erstes ist das Verfahren der *gestörten Totalreflexion* zu nennen und als zweites das *mikrophotometrische Verfahren nach Heyes und Lueg*. Die Geräte, die nach dem Prinzip der Totalreflexion arbeiten, zeigen den Traganteil des zu untersuchenden Prüflings an. Unter Traganteil versteht man die Teile einer Oberfläche, die bei einem bestimmten Anpreßdruck an eine völlig einwandfreie ebene Fläche zur Anlage kommen. Der Wert dieser Messung ist dadurch begrenzt, daß der Traganteil nichts über die Entfernung der nichttragenden Flächenteile von der Oberfläche der tragenden Teile aussagt, d.h., es könnte eine Oberfläche mit einem hohen Traganteil vorhanden sein, während der Abstand der nichttragenden Teile unverhältnismäßig hoch ist, entstanden durch eine Vielzahl von sehr feinen Haarrissen.

Dieser Mess-Prinzip ist verwirklicht im *Oberflächenprüfgerät nach Mechau von Zeiß* (Bild 5) und im *Oberflächenprüfgerät nach Dreyhaupt* (Bild 6).

Um eine Abnutzung der Prismenfläche zu vermeiden, ist auf die Hypothenuse beim Zeißgerät eine Saphirplatte aufgekittet. Der Prüfdruck ist konstant ca. 1.000 gr. Die Prüffläche muß fett- und ölfrei sein. Die dem Prüfling anhaftenden Fett- und Ölreste (Kohlenwasserstoffe) haben einen Brechungsindex der größer als 1,6 ist. Das heißt, bei optischem Glas könnte in diesem Falle keine Totalreflexion erzeugt werden. Die unsauberen Risse würden ein falsches Bild ergeben. Im Dreyhauptgerät ist ein Diamantprisma eingebaut, dessen Brechungsindex bei 2,5 liegt. Es vermeidet damit den ober erwähnten Fehler, der bei optischem Glas eintreten kann.

Da sich bei weicherem oder härterem Material die Deformationsgrenze ändert, ist der Prüfdruck einstellbar. Um die etwas

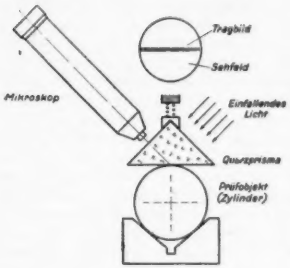


Fig. 5. Schema und Gesichtsfeld des Oberflächenprüfers nach Mechau.

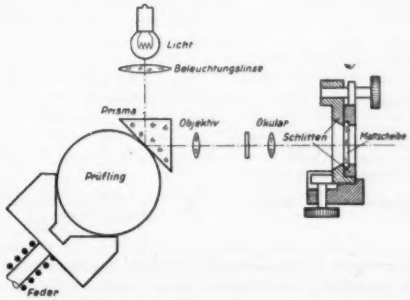


Fig. 6. Schema des Oberflächenprüfgerätes nach Dreyhaupt.

mühevolle Ausmessung des Traganteiles durch ein Mikroskop zu umgehen, wird das Bild der entstehenden Totalreflexion auf eine Mattscheibe projiziert und in bequemer Weise ausgewertet. Die kurz erwähnten Fehler lassen es zweckmäßig erscheinen, die Geräte nur als Vergleichsgeräte zu benutzen. Sie eignen sich besonders für die Prüfung feinstgeschliffener und gedrehter zylindrischer Außenflächen mit Rauhigkeiten von 3 bis 0,5 μ.

Das mikrophotometrische Verfahren nach Heyes und Lueg beruht darauf, daß die zu prüfende Oberfläche einmal *im Hellfeld* und dann *im Dunkelfeld* beleuchtet wird (Bild 7).

Es wird dabei der Lichtstrom, der bei beiden Beleuchtungsarten in das Mikroskop gelangt, nacheinander gemessen. Als Maß für die Oberflächengüte gilt das Verhältnis

$$\frac{\text{Lichtstrom im Okular bei Dunkelfeld}}{\text{Lichtstrom im Okular bei Hellfeld}} = \frac{D}{H}$$

Zur Messung des Lichtstromes dient eine Fotozelle. Es wird eine strenge Verhältnisgleichheit zwischen Lichtstrom und Anzeige erreicht, wobei als Anzeigegerät ein Elektrometer verwandt wird.

Obwohl es sich bei diesem Meßverfahren um ein Summenverfahren handelt (Bereich über eine ganze Fläche), hat sich gezeigt, daß der Endmeßwert im Bereich von 1 bis 10 μ ungefähr gleich, aber unter 1 μ geringer als bei anderen Meßmethoden ist (wie Lichtschnitt- oder Tastverfahren); d. h., das Verfahren eignet sich für Flächen solcher Güteklassen, die sonst nur interferometrisch zu ermitteln sind. Eine Aussage über die Größe der Rauheit ist naturgemäß nicht gegeben. Es handelt sich, streng genommen, um ein beschränktes Glanzmeßverfahren und ist demgemäß nur für ganz besonders gelagerte Fälle anwendbar. Flächen, die allseitig mikrogeometrisch deformiert sind, scheiden bei diesem Verfahren aus (sandgeblasen, Mattscheibe).

Es gibt noch eine ganze Reihe optischer Verfahren, um eine Oberfläche zu untersuchen und zu definieren, aber keines, das eindeutige Maßzahlen liefert, wie etwa das Lichtschnittgerät.

Im wesentlichen handelt es sich um Vergleichsverfahren, die mit mehr oder weniger Aufwand an Mitteln arbeiten. Daß heute auch eine Fläche elektronenmikroskopisch untersucht werden kann, ist bekannt. Für Messungen wie sie im Betrieb laufend

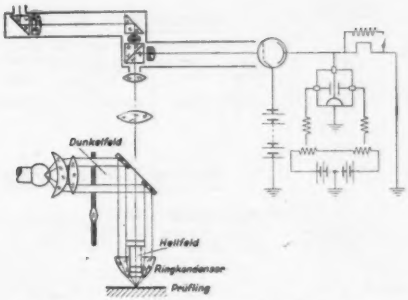


Fig. 7. Schema des mikrophotometrischen Verfahrens von Heyes und Lueg.

Fig. 8. Nadelspitzen-Vergleich.

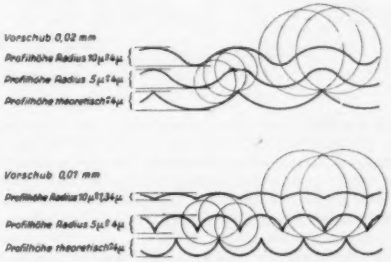


Fig. 9. Ideale, feinstgedrehte Oberfläche.

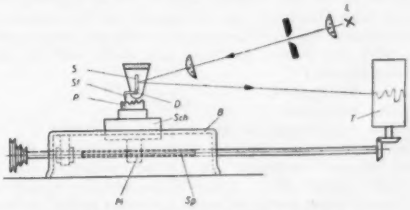


Fig. 10. Schema des Tastverfahrens.

nötig sind, ist diese Methode in den weitaus meisten Fällen jedoch nicht anwendbar.

Die zweite Hauptgruppe der Oberflächenprüfgeräte ist die *Tastgruppe*. Infolge ihrer Bedeutung, die sie nicht nur bei uns in Deutschland, sondern auch in der anglo-amerikanischen Forschung erlangt hat, soll sie näher beschrieben werden.

Die Rauhigkeit einer Oberfläche kann dadurch geprüft werden, daß die Fingerspitze bei leichtem Andruck über die Prüffläche bewegt wird. Die Rauhigkeit, welche die Empfind-

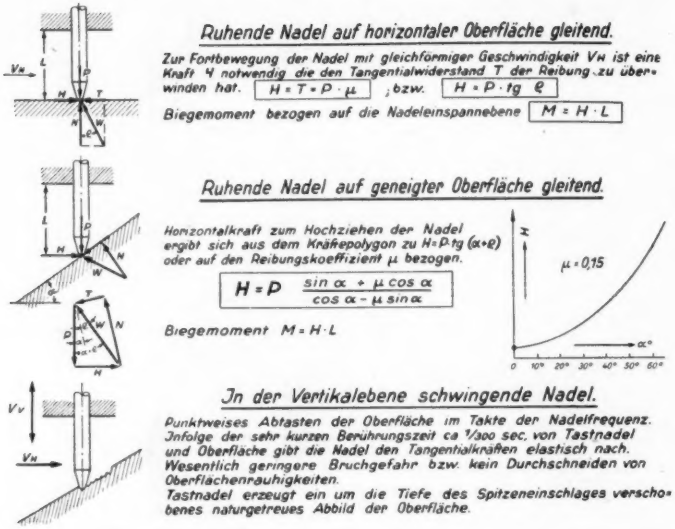


Fig. 11. Oberflächenprüfung mittels Tastnadel.

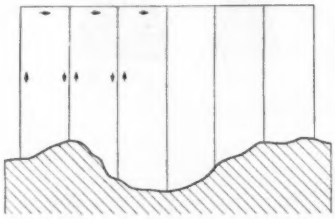


Fig. 12. Tastverfahren nach Prof. WOXEN.

lichkeit der Haut noch eben wahrnehmen kann, liegt etwa bei 0,5 μ. Es ist erstaunlich, daß die Empfindlichkeit des *Tastsinnes* das Auflösungsvermögen eines Mikroskopes noch übertrifft. Allerdings ist es nur möglich zu sagen, ob eine Prüffläche rauh oder glatt ist. Lediglich ein Vergleich mit einer bekannten Fläche gestattet eine genauere Angabe. Es ist nun naheliegend, daß versucht worden ist, die Abtastung einer Fläche mechanisch zu verwirklichen. Die Vertikal-Bewegung der Nadel ist bei der Abtastung von Oberflächen so gering, daß sie durch geeignete Mittel (mechanisch, optisch, elektrisch) vergrößert werden muß. Damit ist auch gleichzeitig die Problematik der Taststiftgeräte für Oberflächenuntersuchungen herausgestellt.

Es gibt drei weitere Probleme, mit denen wir uns näher befassen müssen:

1. Der Nadelradius.
2. Der Tastdruck.
3. Die Aufzeichnung der abgetasteten Oberfläche.

Zu 1.): Der Nadelradius ist nicht unendlich klein (Bild 8). Wenn wir eine Profilkurve und den dazu gehörigen Weg von Taststiften verschiedener Radien zeichnen, so ergibt sich, daß die Taststiftkurven verzerrt erscheinen (Bild 9). Die Aufzeichnung der Profilkurven wird umso genauer, je kleiner der Nadelradius ist. Besteht die Rauheit der Oberfläche aus Wellungen, deren mittlerer Flankenwinkel größer als 45° ist, so kann der Nadelradius zwischen 5 und 10 μ liegen, ohne daß ein großer Unterschied zwischen den aufgezeichneten Rauheits-Diagrammen entsteht. Treten jedoch feine Risse mit steilem Flankenwinkel auf, so können die Unterschiede im Rauheitsdiagramm im Verhältnis 1 : 10, also entsprechend der Nadelradien von 1,2 bis 12 μ liegen. Steilrissige Werkstückoberflächen sind andererseits aus bearbeitungstechnischen Gründen fast nicht vorhanden.

Eingehende Untersuchungen, die auch von Reason in England bestätigt werden, haben gezeigt, daß der Nadelradius zwischen 5 bis 10 μ ausreichend ist, um den Meßfehler auch bei sehr feiner Oberfläche unerheblich werden zu lassen. Leider ist es nicht möglich, diesen Fehler voll zu eliminieren. Durch den praktischen Gebrauch hat sich herausgestellt, daß für die Abtastung der Oberflächen ein Nadelradius von 10 μ vollkommen ausreichend ist. Es ist noch zu bemerken, daß zur Abtastung im wesentlichen Saphir- oder Diamantspitzen benutzt werden.

Zu 2.): Die Oberfläche des zu untersuchenden Werkstückes darf durch die Abtastung nicht verletzt werden. Der Spitzendruck ist desto höher, je geringer der Radius der Nadel ist.

Es wird ferner verlangt, daß die Bewegungen der Nadel sichtbar gemacht werden, das heißt, es ist nicht nur nötig, daß das Nadelgewicht in Tätigkeit gesetzt wird, sondern auch noch das Gewicht irgend welcher Glieder, die die Nadel halten, und es bedarf feinmechanischer Präzisionsarbeit, um diese Gewichte so abzufangen, daß sie nicht als voller Tastdruck zur Wirkung gelangen.

Zu 3.): Die Tastkurve soll koordinatenmäßig festgehalten werden, um ihre Auswertung überhaupt möglich zu machen. Es wird nun bei den einzelnen Geräten versucht, diese Forderung zu meistern und es ist sehr schwierig, dieser Bedingung voll gerecht zu werden. Zum Aufzeichnen der Profilkurve ist es nötig, den Prüfling oder die Tastnadel, abgesehen von ihrer Vertikalbewegung, horizontal zu verschieben, damit eine Aufzeichnung im Koordinatensystem zustande kommt. Um eine Verfälschung in der Horizontalen zu vermeiden, muß eine genau ebene Ablaufbahn (Ebenheit größenordnungsmäßig unter 1 μ), und eine Korrekturkurve vorhanden sein, um den Absolutwert darstellen zu können.

Die Aufgabenstellung zeigt Schwierigkeiten die zweifelsohne groß sind. Wenn sich die Tastgeräte durchgesetzt haben, so liegt dies daran, daß man das Meßergebnis entweder in Form einer anschaulichen Profilkurve oder eines demonstrativen Zeigerausschlags an einem elektrischen Instrument erhält. Ferner kann die Meßstrecke größer als 1 mm sein; im wesentlichen soll sie nicht unter 6 mm liegen. Regelmäßige Schwingungen, wie sie infolge Vibration der Maschinen, resp. der Werkzeuge, entstehen, sind aus den Kurvenbildern ersichtlich. Durch solche Kurvenbilder ist es leichter, die Grenze zwischen Oberflächenrauheit und Welligkeit anschaulich festzulegen. Ferner kann die Zahl und Größe der sogenannten Ausreißer festgehalten werden, welche unter Umständen einen sehr

großen Einfluß auf die Festigkeits-, resp. Laufeigenschaften eines Maschinenteiles haben können.

Es ist nicht ganz uninteressant, festzustellen, daß vor Entwicklung des Lichtschnittverfahrens, Forscher wie Schmaltz, Wallichs, Kiesewetter, Firestone, Durbin usw., den so naheliegenden Weg der Abtastung eingeschlagen haben.

Einen grundsätzlichen Aufbau eines derartigen Gerätes finden wir im Oberflächenbuch von Schmaltz (Bild 10). Ein Schlitten (Sch), welcher mittels Mutter und Spindel auf einem Bett entlang geführt wird, trägt den Prüfling P. Oberhalb desselben ist eine Tastnadel so beweglich angeordnet, daß sie nur in vertikaler Richtung ausweicht, aber nicht in der horizontalen. Am Tastnadelende befindet sich eine Einrichtung, welche die Bewegung weiterleitet. Bei diesem Bild ist es ein Spiegel. Ein auf den Spiegel projizierter Punkt beschreibt eine senkrechte Linie, deren Höhe von der Tastnadelbewegung abhängig ist. Wird diese Senkrechte auf einem lichtempfindlichen Papier, welches sich in horizontaler Richtung bewegt, abgebildet, so erhalten wir die gewünschte Kurve. Gewöhnlich sind die Geräte so eingerichtet, daß die Vergrößerung des Weges der Vertikalen den Weg der Horizontalen erheblich übertrifft.

In Schweden wurde *das Tastgerät nach Prof. Woxen von der Firma Johansson*, in England das „Talysurf" von TAYLOR und HOBSON, in Amerika *das Profilometer der Physicists Research Corp.* und der *Surface-Analyser der Brush Development* und in Deutschland das *Trentini-Gerät*, *Perthen-Gerät* und das *„Leitz"-Oberflächenprüfgerät nach Forster*, und noch einige andere entwickelt.

Bevor wir die Geräte etwas besprechen, sei auf einige Grundideen derselben eingegangen. Solange die Rauheit der Oberfläche sich aus verhältnismäßig flachen Riefen zusammensetzt, besteht die Möglichkeit, eine Nadel darüber hinweggleiten zu lassen, ohne daß sie hängen bleibt und sich verletzt. Die Taststpitze durchschneidet die Kuppen der Rauhigkeit. Je steiler der mittlere Flankenwinkel der Rauhigkeitsriefen ist und je schneller die Taststpitze über die Oberfläche hinweggezogen wird, desto geringer wird die Wahrscheinlichkeit, daß die Täler voll ausgetastet werden (Bild 11). Infolge ungünstiger Kräfteverteilung und bei ungenügender Federung der Nadelhalterung (die ins besonder senkrecht zur Nadelachse unerwünscht ist) kann die Spitze abbrechen. Wird die Nadel nicht über die Oberfläche hinweggezogen, sondern empfängt sie noch eine vertikale Zusatzbewegung, so daß die Fläche gewissermaßen sprung- oder schrittweise abgetastet wird, so werden die auftretenden Querkräfte gleich null. Man muß nur darauf achten, daß die vertikale Zusatzbewegung nicht zu groß ist und so häufig gegeben wird, daß die Schritte dicht genug zusammenliegen, um den Zusammenhang in horizontaler Richtung noch voll zu erhalten. Interessant ist, daß man verschiedene Verfahren anwendet, um diese Zusatzbewegung zu erzwingen. Die drei folgenden Bilder sollen drei Möglichkeiten zeigen, die man gewählt hat:

1. Verfahren nach Woxen (Bild 12).
2. Verfahren nach Forster (Bild 13).
3. Verfahren nach Leitz (Bild 14).

Der Tastdruck muß gering sein, damit bei kleinem Nadelradius auch weiches Material untersucht werden kann.

Man kann das Werkstück verschieben, oder umgekehrt, das Werkstück steht still und die Tastnadel wird darüber hinweggezogen, oder man benutzt gleich das Werkstück als Führungsbahn.

Einige Vertreter von Tastgeräten:

1. Oberflächenindikator nach Prof. WOXEN (Mikrokator).
2. Talysurf — Gerät von TAYLOR — TAYLOR, HOBSON (Modulation der Trägerwelle aus einer Fremdstromquelle).

Die Modulation erfolgt durch die vertikale Bewegung des Taststiftes. Letzterer erzeugt eine Spannungsschwankung, die dem Taststifthub proportional und unabhängig von der Frequenz der Taststiftbewegung nach der Zeit ist.

3. Profilometer (Induktionsspule).
4. Surface — Analyse von Brush (mittels Piezoeffekt).

Taststifthub ist proportional den Spannungsschwankungen.

Die letzten drei Geräte benutzen den Prüfling als Führung für den Taststifthalter. Der Gleitschuh ist auswechselbar und

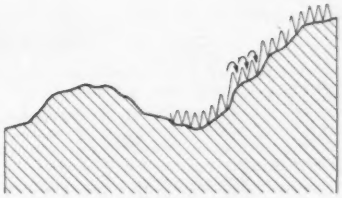


Fig. 13. Tastverfahren nach FORSTER.

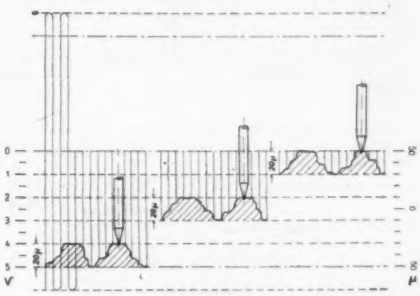


Fig. 14. Linearität der Aufzeichnung.

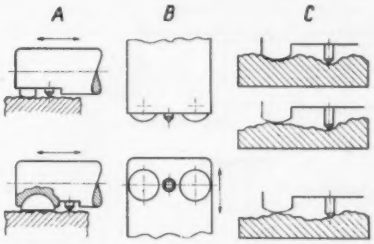


Fig. 15. Schema der Tastkopfe der Anglo-Amerikanischen Tastgeräte

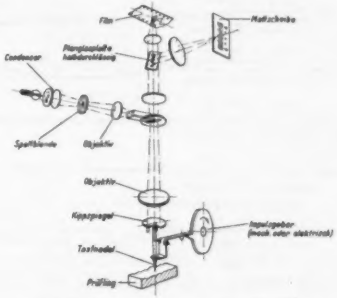


Fig. 16. Leitz Oberflächenmessgerät nach FORSTER (Schema).

der makrogeometrischen Form des Prüflings angepaßt (Bild 15).

In Deutschland wurden drei Tastgeräte entwickelt, wovon zwei der Vergangenheit angehören. Es sind dies das Trentini- und das Perthengerät. Beide sind nicht mehr auf dem Markt und scheiden deshalb aus unserer Betrachtung aus. Das dritte Gerät ist das Oberflächenmeßgerät der Firma Leitz mit Differentialtasteinrichtung nach Forster (Bild 16).

Eine Abwandlung dazu ist der Rauhtiefenmesser (Bild 17), und das Piezogerät (Bild 18).

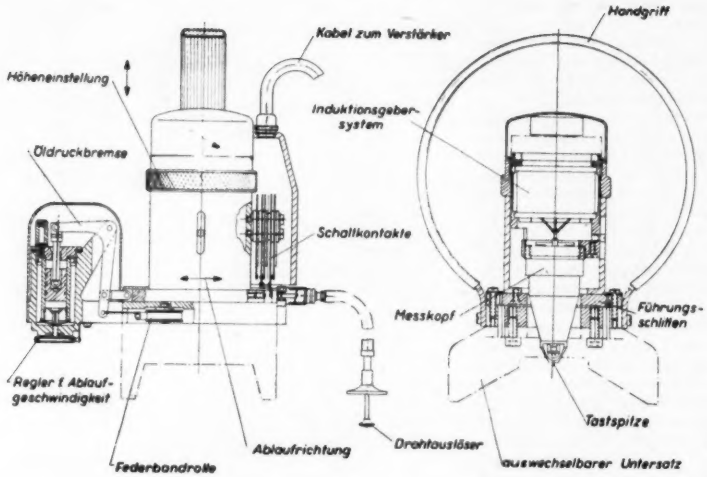


Fig. 17. Rauhtiefenmesser — Schnittzeichnung.

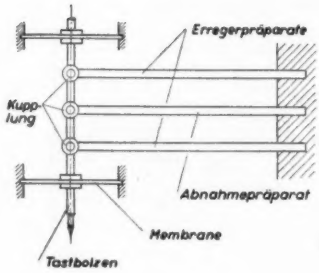


Fig. 18. Tastkopf Schema.

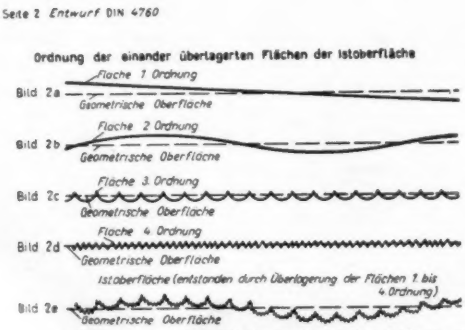


Fig. 19. Ordnung der einander überlagerten Flächen der Istoberfläche. Flächen 5 und 6 Ordnung entziehen sich der einfachen bildlichen Darstellung. Sie sind für die Beurteilung technischer Oberflächen im allgemeinen von untergeordneter Bedeutung.

Wenn man die Normung betrachtet, so muß folgendes streng auseinandergehalten werden.

1. Funktionsoberflächen.
2. Anschauungsoberflächen.

Der Begriff Funktionsoberfläche bedarf kaum einer ausgedehnten Definition. Anders verhält es sich mit Anschauungsoberflächen. Man versteht darunter solche Oberflächen, die das Aussehen eines Werkstückes betreffen, ohne bestimmte mech. Funktionen zu haben. Sie unterliegen im wesentlichen der Fabrikationseigentümlichkeit des herstellenden Betriebes. Es ist verständlich, daß die Anschauungsoberflächen der Teile einer landwirtschaftlichen Maschine anders aussehen werden, wie die einer Werkzeugmaschine. Eine Normung ist für diesen Fall nur bedingt angebracht und wird sich immer den Eigentümlichkeiten des entsprechenden Fabrikationsbetriebes anpassen. Von Interesse sind hierbei die Arbeitsverfahren, die für Stückzeiten, Material- und Werkzeugverbrauch von ausschlaggebender Bedeutung sind. Es bedarf also nur einer einmaligen Untersuchung des Arbeitsverlaufes mit allen Folgerungen, um die Güte der Anschauungsoberfläche festzulegen. Die Ueberwachung kann dann mit Prüfgeräten erfolgen.

Anders verhält es sich mit Funktionsoberflächen. Sie sind fast ausschließlich von Passungen abhängig und es liegt deshalb der Gedanke nahe, wie er auch schon von vielen Autoren, die sich mit diesen Fragen befaßt haben, geäußert wurde, Passung und Rauheit zu koppeln. Ob dies gelingt, ist noch nicht erwiesen. Allerdings würde man folgende Vorteile haben:

1. Die Oberflächengüte von Passungsteilen ist damit auch vorgeschrieben.
2. Es genügte auf den Zeichnungen ein kleiner Hinweis, um lediglich die Funktionsfläche als solche zu kennzeichnen. Z.B.R. = Rauheit mit dem jeweiligen Bearbeitungsverfahren.
3. Alle übrigen Flächen unterliegen der örtlichen Fertigung, die, wie gesagt, doch unterschiedlich ist.
4. Wird der Austauschweg der Halbfabrikate von Firma zu Firma beschritten, so kann eine allgemeine Norm benutzt werden, wie zum Beispiel, um eine neuere zu nennen, den Vorschlag der Firma Philips. Dabei sei die Anwendung von Rauhtiefe, h avr oder h rms noch zur Diskussion zu stellen. Es wird aber noch einiger Ausarbeitung bedürfen, bis hier ein klarer annehmbarer Vorschlag vorliegt.

Um allgemeine Begriffe, Bezugssysteme, Maße und Kennzeichen von technischen Oberflächen festzulegen, wurden in Deutschland die Normen 4760—4762 geschaffen. Als wichtigstes Merkmal sind die von Herrn Dr. Schmidt, Karlsruhe, vorgeschlagenen Ordnungszahlen zu erwähnen.

Es sind 6 Ordnungsstufen, die sich wie folgt zusammensetzen (Bild 19):

1. Ordnung Grobgestalt (uneben, unrund).
2. Ordnung Feingestalt (Wellen).
3. Ordnung Feingestalt (Rauheit, Vorschub).
4. Ordnung Feingestalt (Rauheit durch Werkzeug bedingt).
5. Ordnung Feingestalt (Rauheit Gefügestruktur).

6. Ordnung Submikroskopische Gestalt (physikalische und chemische Vorgänge).

Die Flächen 5. und 6. Ordnung sind für technische Oberflächen meist von untergeordneter Bedeutung.

Liegt ein Profilschnitt (Querrauheit) zur Beurteilung vor, so kann man angeben, unter welche Ordnungszahlen er fällt.

Es besteht somit die Möglichkeit, allen bei der Bearbeitung auftretenden Fehlerquellen nachzugehen. Schon diese einfache Anordnung der Ordnungsstoßen bedingt einen gewissen Aufwand im Meßgerät. Es ist stillschweigend die Veraussetzung gemacht, daß die wie zu Anfang erwähnte Schmaltz'sche Definition mit einer Meßfläche von 1 mm Seitenlänge nicht mehr ausreicht.

Als kleinste Meßlänge sollte man 6 mm annehmen.

Die Untersuchung der Querrauheit reicht aber nicht aus, um alles zu erfassen, was die Rauheit und Ungleichförmigkeit der Oberfläche beeinflußt. Die Ausreißer stellen ein beachtliches, ungesundes Element in der Oberflächengüte, besonders bei Passungen dar. Es muß also auch noch die Längsrauheit (Rauheit innerhalb einer Drehrille) untersucht werden. Sie gibt zum großen Teil Auskunft über die Art, Größe und Ursache der Ausreißer. Ich möchte hier auf die grundlegenden Arbeiten von Herrn Prof. Dr. Kienzle, Hannover, hinweisen. (Veröffentlicht in Zeitschrift *Werkstattechnik und Maschinenbau* 1951/Heft 3).

Die Meß- und Prüfforderungen einerseits und die verschiedenen Meß- und Prüfverfahren anderseits lassen erkennen, daß es außerordentlich schwierig ist, eine Normung der Oberflächengüte durchzuführen.

Grundsätzlich ist zu bemerken, daß alle Maßzahlen untrennbar mit der Meß- oder Prüfmethode verknüpft sind. Es ist wichtig daß man weiß, welche Meßmethoden Meßzahlen ergeben und inwieweit dieselben reproduzierbar sind. Eine Messung, die nicht wiederholt werden kann, is immer anfechtbar. Ferner ist erwünscht, daß die Meßzahlen für den praktischen Gebrauch greifbar sind. Bei Prüfgeräten müssen demnach entsprechende Teste mitgeliefert werden. Subjektive Beeinflussung soll weitgehendst ausgeschaltet werden.

Um eine Normung für die Fabrikation voranzutreiben, ist es notwendig, daß sich möglichst viele Forschungsanstalten und Firmen mit diesen Problemen befassen. Es kann nicht die Wissenschaft ohne Praxis und die Praxis ohne Wissenschaft auf diesem Gebiet etwas ausrichten. Ein reichhaltiges statistisches Material und kritisches Arbeiten mit den auf dem Markt befindlichen Geräten lassen im Laufe der Zeit Meßwerte entstehen, die zur Normung reif sind. Wünschenswert erscheint zunächst, daß überhaupt Normen entstehen, ohne Rücksicht darauf daß ihrer Gültigkeit nur eine kurze Lebenszeit beschieden ist.

Gleichzeitig mit der Normung geht entsprechend die Herstellung der Meß- und Prüfgeräte.

Nur so wird dem Konstrukteur die Möglichkeit gegeben, die Oberflächengüte seiner Bauteile so zu bestimmen, daß sie den an sie gestellten Forderungen gerecht werden.

KORTE TECHNISCHE BERICHTEN

Vibro-meter

621.317.39 : 534.632

Op instigatie van R.S. Stokvis & Zonen N.V. te Rotterdam en met medewerking van de Ver. van Technici op Scheepvaartgebied hield op Vrijdag 11 Januari Dr. Carl von Basel van de „Vibro"-meter G.m.b.H. te Freiburg voor ongeveer 600 toehoorders een voordracht over constructie en toepassing van „Vibro"-meters.

Dit meetapparaat behoort tot het gebied van de electronische meettechniek en bezit tegenover de tot dusver gebruikelijke meetmethoden als kolenzuil-, electrodynamische-, piëzoelectrische- en rekstrokenmethode enkele voordelen, welke spr. nader toelicht.

De „Vibro"-meter met zijn vele toepassingsmogelijkheden bestaat uit een „gever", die de te meten mechanische grootheden in een electrische omzet en de „electronische apparatuur", waarin de electrische grootheden — meestal van geringe grootte — na voorafgaande versterking omgevormd en aan een aanwijsapparaat toegevoerd worden.

Op een door lantaarnplaatjes verduidelijkte beschouwing over de constructie, w.o. ook de sleepringloze overbrenging van een meetgrootheid, en de werkingswijze, waarbij niet nagelaten wordt de graad van nauwkeurigheid (1—2%) te noemen, volgden afbeeldingen van het resultaat van verrichte metingen.

Na afloop der voordracht was er gelegenheid de apparaten in werking te zien. Met het oog op de beschikbare ruimte is het niet goed doenlijk van deze voordracht een uittreksel te geven, dat voldoende is de belangrijkheid daarvan tot haar recht te laten komen. De voordracht-zelve ligt echter in haar geheel voor belangstellenden bij de Redactie ter beschikking.

Gs.

Gasoven

662.95.041

Op de British Industries Fair is in de afdeling „Gas" de hieronder afgebeelde opgesteld (zie fig. 1).

De 4 branders staan tegenover elkaar geplaatst en verhitten normaal een kroes van 27 kg inhoud. De rookgassen hebben nog een hoge temperatuur en worden aangewend tot voorverwarming van een kroes met 55 kg. Warmteverlies door de wanden is gering, omdat een groot gedeelte van die oppervlakte ingenomen wordt door de branders.

De oven bestaat uit 4 gegoten ijzeren platen met bodem en deksel. De branders zijn met bouten op de zijplaten bevestigd; vuurvast aardewerk is aangebracht alleen op de bodemplaat,

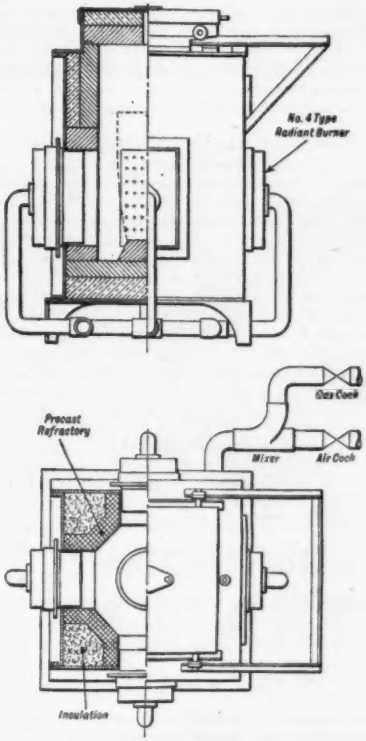


Fig. 1. Gasoven.

de 4 hoeken en boven de branders, terwijl de verdere ruimte met isolatie opgevuld is.

Elke brander vraagt 1,6 m³ gas bij een luchtdruk van 50 cm WK. Bij vulling van de kroes met 40 kg brons wordt de vereiste temperatuur in 45 minuten bereikt. De max. temperatuur is 1400°C.

(*The Engineer* van 2 Mei 1952). Gs.

BOEKENNIEUWS

621.91.07—82

HANS KRUG. **Das Flüssigkeitsgetriebe bei spanenden Werkzeugmaschinen.** Springer-Verlag 1951, 251 blz. Prijs D.M. 31.50.

De titel van dit boek doet even merkwaardig aan. Waartoe is de beperking tot de verspanende gereedschapswerktuigen noodzakelijk? Het is echter begrijpelijk, als men bedenkt welke bijzondere problemen zich bij de hydraulische persen voordoen. Deze blijven dan ook buiten beschouwing. Ook vraagt men zich af, of er nog behoefte bestaat aan een dergelijk werk, daar er in 1949 bij de Carl Hansen Verlag een boekje is verschenen van A. Dürr en O. Wachter, getiteld „Hydraulische Antriebe und Druckmittelsteuerungen an Werkzeugmaschinen", dat hetzelfde gebied bestrijkt. In een belangrijk opzicht geeft het boek van KRUG meer, dan dat van DÜRR en WACHTER. De constructeur zal hier meer berekeningen vinden en de problemen zijn veel principiëler en systematischer aangepakt. De schrijver hoopt dan ook, dat hij „das vorhanden Wissensgut in ... erschöpfender Weise" heeft behandeld.

Het eerste deel over de grondslagen beslaat rond 50 blz. Hierin worden de verschillende problemen van de hydraulische aandrijving besproken. Er wordt ook behoorlijk aandacht besteed aan de trillingen en de grondslag voor de berekening van regelkranen wordt gegeven. De berekening van de hydraulische aandrijvingen is er in het algemeen op gebaseerd, dat men in het gebied van de laminaire stroming blijft. Hoe dit precies verloopt bij regelkranen en afsluiters, waar de laminaire stroming afwisselt met de turbulente, wordt echter niet besproken. Blijkbaar ligt hier nog een terrein van onderzoek braak.

In het tweede deel, ruim 100 blz. groot, volgt de behandeling van de verschillende constructieve elementen. Met behulp hiervan en van het eerste deel kan een constructeur een hydraulisch systeem ontwerpen en berekenen.

Het derde deel geeft voorbeelden van uitgevoerde hydraulische gereedschapswerktuigen in een kleine 100 blz.

Het boek geeft een goede grondslag voor de constructeur. Bij de vele voorbeelden heeft de schrijver zich niet beperkt tot Duitse; ook Amerikaanse, Engelse, Franse en Zwitserse constructies zijn behandeld. Dit alles maakt het een nuttige aanwinst, ook naast het bovengenoemde boekje van DÜRR en WACHTER, dat eenvoudiger is en niet uitvoerig genoeg op de berekeningen en grondslagen ingaat voor de constructeur.

Prof. ir R. VAN HASSELT.

VERBETERING

In de voordracht „Ruimen en tappen" door ir H. PLATE, zie *De Ingenieur* no. 24, blz. W. 31, zijn van enkele figuren de negatieven afgedrukt, terwijl in fig. 4 de letter A is weggevallen. Deze figuren worden hieronder juist afgedrukt.

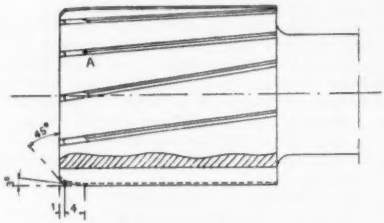


Fig. 4. Naruimer, gebruikelijke uitvoering.

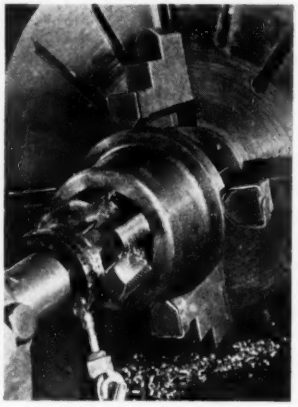


Fig. 8. Machinetap, 6½".

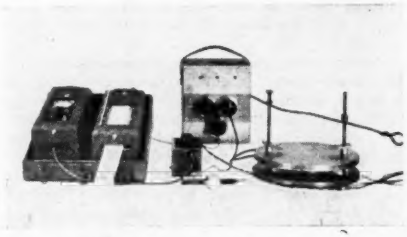


Fig. 13. Apparatuur voor bepaling tapmoment.

Verder moet op blz. W. 32, 2e kolom, 4e regel van boven, gelezen worden gereedschapslijpbank in plaats van gereedschapslijpplank.

Inhoud WERKTUIG- EN SCHEEPSBOUW 6: Messmethoden und Definition der Oberfläche, door H. BECKER. — Korte Technische Berichten: Vibro-meter. Gasoven. — Boekennieuws: HANS KRUG, Das Flüssigkeitsgetriebe bei spanenden Werkzeugmaschinen, door prof. ir R. VAN HASSELT. — Verbetering.

Technisch kunstharsperswerk

VERVANGT IN VELE GEVALLEN NONFERRO-METALEN

Transformatoren tot 10 kVA

o.a. veiligheidstransformatoren volgens voorschrift

NEDAP

N.V. NED. APPARATENFABRIEK „NEDAP", GROENLO

KÖRNER HAGEN

WALTER KÖRNER HAGEN

OFENBAU

Zahlreiche Nachbestellungen

Beheizung mit: ELEKTRIZITÄT - GAS - KOHLE - ÖL.

Ten behoeve van een onzer fabrieken vragen wij een jonge

ingenieur

eventueel met enige fabriekservaring, om, na volledige inwerking in de technische en chemische problemen van de bakkerij, te worden opgeleid tot productie- resp. bedrijfsleider.

Candidaten moeten belangstelling hebben voor productie- en kwaliteitproblemen en op de duur in staat zijn leiding te geven aan een uitgebreid fabrieksspersoneel Chemisch-technologische opleiding is gewenst, echter niet noodzakelijk.
Leeftijd 24-28 jaar.

Eigenhandig geschreven brieven, bevattende gegevens over leeftijd, opleiding, ervaring en referenties, vergezeld van recente pasfoto, worden gaarne ingewacht, onder VI 288 op brief en enveloppe, bij de Personeelsafdeling, Westzijde 103.

KONINKLIJKE VERKADE FABRIEKEN N.V.
ZAANDAM

Bij de **N.V. Koninklijke Nederlandsche Grofsmederij te Leiden**

bestaat gelegenheid tot plaatsing van:

A. Een LEIDER van haar CONSTRUCTIEBUREAU

Vereist: dipl. werktuigk. ingenieur of M.T.S. afd. werktuigbouw, voldoende tekenkamerpractijk.

Gewenst: enige jaren werkplaats-practijk.

B. Een BEDRIJFSLEIDER

in staat de leiding op zich te nemen van enkele van haar werkplaatsen.
Vereist: dipl. werktuigk. ingenieur of M.T.S., afd. werktuigbouw.
Gewenst: ruime werkplaatservaring.

Sollicitanten dienen bereid te zijn zich te onderwerpen aan een psychologisch onderzoek.
Schriftelijke sollicitaties te richten aan de afd. Personeelszaken, ZUIDSINGEL 66—68.

Jong, zich gunstig ontwikkelend concern in het Zuiden des Lands roept sollicitanten op voor de functie van

DIRECTEUR

Candidaten — bij voorkeur R.K. — moeten bewijzen hebben geleverd uitstekende organisatoren te zijn en dienen over ruime industriële ervaring te beschikken.
Tot de taak van de aan te stellen functionaris zal mede behoren het productie-proces van een negental grotere en kleinere bedrijven, met een totaal-omzet van circa twintig millioen gulden, te reorganiseren en onder te brengen in een veel kleiner aantal nieuw te bouwen fabrieken.
Academische opleiding en enig inzicht in Zuivelbereiding strekken tot aanbeveling.
Sollicitanten, die bereid moeten zijn zich desgewenst aan een psychotechn. onderzoek te onderwerpen, gelieven hun uitvoerige sollicitaties, waarin o.m. te vermelden: volledige inlichtingen inzake opleiding en beklede functies, salariseisen, datum van indiensttreding na eventuele aanstelling, enz. onder bijvoeging van twee pasfoto's (van voren en van opzij) te zenden onder no. 983 aan de Uitg. van dit blad.

INDUSTRIELE ONDERNEMING met grote activiteit op het gebied van de

SYNTHETISCH-CHEMISCHE INDUSTRIE

vraagt voor een leidinggevende, technische functie een

CHEMICUS

(Ir of Dr/Drs Chemie)

met ruime ervaring. Maximum leeftijd 45 jaar.

Eigenhandig geschreven sollicitaties voorzien van pasfoto te richten onder letters CRA aan het Bureau van dit Blad.

Bij de zusterinstelling in Indonesië van de Rubber-Stichting (het Indonesisch Instituut voor Rubber-Onderzoek, INIRO, te Bogor) is op academisch niveau de vacature te vervullen van:

HOOFD der Afd. GEBRUIKSONTWIKKELING

met kennis moderne propaganda-methoden, organisatievermogen en liefst met techn. kennis of aanleg.
Brieven m. voll. gegevens te richten aan Postbus 66, Delft.

GEMEENTE RIJSWIJK (Z.H.)

Sollicitanten worden opgeroepen naar de betrekking van

DIRECTEUR VAN GEMEENTEWERKEN

(tevens Directeur van het Reinigingsbedrijf en van het Grondbedrijf)

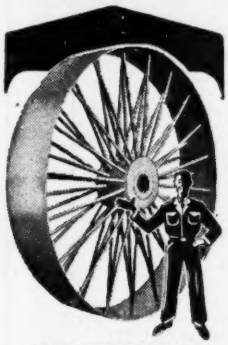
Vereist is practische ervaring op dit terrein, terwijl het bezit van een ingenieursdiploma (c.i. of b.i.) tot aanbeveling strekt. Salaris *f* 7.367.— tot *f* 8.800.— (in 8 jaren). Aanstelling boven het minimum is niet uitgesloten. Een wijziging van de verordening op het Grondbedrijf, waardoor een toelage als directeur van dit bedrijf van minimaal *f* 1.000.— zal kunnen worden toegekend, is in voorbereiding. Het verplaatsingskostenbesluit is van toepassing.

Sollicitatiestukken met uitvoerige inlichtingen binnen 10 dagen na de verschijning van dit nummer aan de Burgemeester. — Geen persoonlijk bezoek dan na oproeping.

HÖGANÄS-BILLESHOLMS A.B., HÖGANÄS, ZWEDEN

ZUURVASTE STENEN EN METSELSPECIES voor het bekleden van Zuurtanks

N.V. „MAVUMA" - HOOGEWAL 2 - DEN HAAG



SMEEDIJZEREN RIEMSCHIJVEN
voor elk aantal P.K.'s en omwentelingen
tot 4.25 meter diameter.
V-SNAARSCHIJVEN
tot 2 meter diam.
LOOP- EN TRANSPORTWIELEN

VAN DRIEL'S
machinefabriek N.V.
„DE IJSEL"
v/h W. E. PENNING
KAMPEN TEL. 92

De **Stichting Ratiobouw** zoekt voor haar afdelingen Bouwconstructies en Bouwphysica een of meer

jonge civiel- of bouwkundig ingenieurs

of daarmede gelijk te stellen personen.
Schriftelijke sollicitaties met opgave van leeftijd, burgerlijke staat, diploma's, referenties, verrichte werkzaamheden en verlangd salaris te zenden aan Stichting Ratiobouw, Koninginnegracht 101, Den Haag.

KAPITALE KRAANBAAN-INSTALLATIE

m. 2-tons electr. grijper, m. man-trolley. Lengte baan 100 + 40 m. met wissel, vrije hoogte 10 m. Alles ongebruikt i.s.v.n., voor *f* 27500.- of 48 ct. p. kg., franco schip Rotterdam.

A. C. SLOOTEN, Ringdijk 72, WORMER. Tel. K 2980-81685.

CPD

De Octrooiraad te 's-Gravenhage vraagt

WERKTUIGKUNDIGE-, ELECTROTECHNISCHE- en NATUURKUNDIGE INGENIEURS

alsmede

CHEMICI

(o.m. physico-chemicus)
(T.H. of academische opleiding)

Aanstelling in de rang van adjunct-ingenieur, ingenieur of ingenieur 1e klasse.
Sollicitaties onder motto D/Oct III 50 aan de

CENTRALE PERSONEELSDIENST BEZUIDENHOUT 18 DEN HAAG

RUBBER-STICHTING, DELFT, zoekt

BOUWKUNDIGE

(b.i., c.i. of M.T.S.-er)

met langdurige ervaring, voor het ontwikkelen van rubbertoepassingen in de bouwnijverheid.

Sollicitaties **uitsluitend schriftelijk** onder opgave leeft., opl., voorpraktijk, ref.: Postbus 66, Delft.

Willem Smit & Co's Transformatorenfabriek N.V.
Nijmegen
vraagt voor haar afdeling Electrisch Lassen iemand voor de

UNION MELT BUITENDIENST

Leeftijd tussen 25 en 35 jaar.
Vereist wordt theoretische en practische kennis van en ervaring op het gebied van vol-automatisch en half- automatisch lassen, kennis van Union Melt apparatuur. Bij voorkeur in het bezit van diploma M.T.S., H.B.S. B of Mulo. Sollicitaties uitsluitend schriftelijk te richten aan de Afd. Personeel van deze fabriek.

GEMEENTE VALKENSWAARD

Burgemeester en Wethouders der gemeente Valkenswaard roepen sollicitanten op voor de betrekking van:

TECHNISCH HOOFDAMBTENAAR

in vaste dienst bij de dienst gemeentewerken en -bedrijven, in hoofdzaak belast met burgerbouw en weg- en waterbouwkundige werken. Ruime practische ervaring vereist. Afgestudeerden der Technische Hoge School (civiel Ingenieurs) genieten de voorkeur.
Salarisgrenzen *f* 5175,— — *f* 6392,— (6 éénjaarlijkse verhogingen). Aanstelling boven het minimum is afhankelijk van practische ervaring.
Sollicitaties op zegel te richten aan de Burgemeester van Valkenswaard binnen 14 dagen na het verschijnen van dit blad. Persoonlijk bezoek uitsluitend na oproeping.

GEMEENTE ROTTERDAM

Bij de Dienst van Gemeentewerken kunnen bij de afdelingen Speciale Werken, Havenwerken en Bestratingen in geheel tijdelijk verband

3 jonge civiel-ingenieurs

in de rang van adjunct-ingenieur, worden geplaatst.

Bij dezelfde dienst, afdeling Werktuigen, bestaat tevens gelegenheid tot plaatsing in geheel tijdelijke dienst van een

jong werktuigkundig of natuurkundig ingenieur

met belangstelling voor centrale verwarming en ventilatie, eveneens aan te stellen in de rang van adjunct-ingenieur.

Gegadigden moeten in het bezit zijn van het diploma civiel-ingenieur resp. werktuigkundig of natuurkundig ingenieur. Salarisgrenzen f 4.334,40 tot f 5.271,48 bruto per jaar, vaste toelagen inbegrepen.

Soll. op zegel te richten tot B. en W. en in te zenden aan het Bur. Personeelvoorz., kamer 331, Raadhuis, binnen 14 dagen na deze oproep, onder No. 185.

CPD

Bij de Rijksoverheid kunnen enige

ORGANISATIE DESKUNDIGEN

worden geplaatst. In aanmerking komen Economen (Bedr. ec.) en Ingenieurs (liefst werktuigb.), eventueel M.T.S.-ers, die op dit gebied over ruime practische ervaring beschikken. Salariëring naar capaciteiten. Sollicitaties onder motto Ln/Orga 50 aan de

CENTRALE PERSONEELSDIENST BEZUIDENHOUT 18 DEN HAAG

PTT

HOOFDAFDELING
ALGEMENE ZAKEN EN RADIO

Bij de afdeling Ionosfeer en Radio-astronomie kan ter opleiding worden geplaatst een

jong ingenieur

Vereiste: Diploma TH Delft afd. electrotechniek of natuurkunde.

Nadere inlichtingen te verkrijgen bij de Hoofdafdeling Algemene Zaken en Radio, Kortenaerkade 11-12, 's-Gravenhage.

Esso

UITZENDING ARUBA

Esso Nederland N.V.
Esso-Gebouw — Postbus 110 — Den Haag,

vraagt voor tewerkstelling in de raffinaderij van haar zuster-maatschappij te Aruba

JONG ELECTRO-TECHNISCH INGENIEUR

Candidaten, die maximaal 30 jaar zijn, die geen of maximaal 3 jaar practijk hebben, die in staat zijn Engels behoorlijk te spreken, schrijven en lezen, komen in aanmerking.

Brieven met uitv. inl. betreffende genoten opleiding, ervaring enz., te richten aan Pers. & Soc. Zaken van bovengenoemde Maatschappij.

Bij de **Provinciale Waterstaat in Drente** wordt gevraagd een kortelings afgestudeerd

CIVIEL INGENIEUR

Salarisgrenzen *f* 4433,60 tot *f* 7344,20. Sollicitaties op zegel met uitvoerige inlichtingen vóór 21 Juli te richten tot de Hoofdingenieur-Directeur van de Provinciale Waterstaat in Drente, Brink 1, Assen.

BPM

N.V. DE BATAAFSCHE PETROLEUM MAATSCHAPPIJ,

Carel van Bylandtlaan 30, 's-Gravenhage,

vraagt voor haar raffinaderijen en chemische bedrijven in binnen en buitenland

ENIGE INGENIEURS
(WERKT., SCHEIK. OF NATUURK.)
OF
DOCTORES RESP. **DOCTORANDI IN DE CHEMIE**

om, na een opleiding in haar Laboratorium, te worden tewerkgesteld voor de behandeling van materiaalproblemen. Zij, die ervaring hebben op het gebied van metallografie of corrosie-onderzoek, genieten de voorkeur. Maximum leeftijd 35 jaar.

Brieven met uitvoerige inlichtingen betreffende genoten opleiding, ervaring enz. te richten onder No. 12 aan de Afdeling PS-7 van bovengenoemde Maatschappij.

AANNEMERSBEDRIJF
FIRMA v. d. BRON & VISSER,
BOUW-, GROND- EN BETONWERKEN
DEN HAAG — TELEFOON 181958—720471

ARMATUREN S&B ERBEN

S.&B.-Appendages

in de van ouds bekende kwaliteit vervaardigen en leveren

Schäffer & Budenberg's

Erben G. m. b. H.
Herford i/W - Postbox 313
(Heropbouw in West-Duitsland)

★

Zendt ons Uw aanvragen

Wij zoeken een Hollands Ingenieursbureau vakkundig en met goede relaties tot stoomverbruikers en H. D.-installaties, als vertegenwoordiger in Nederland.

„GUSO"
MOTORREDUCTOREN

MET TANDWIELEN IN OLIEBAD —

VERKOOPKANTOOR VOOR NEDERLAND:

A. D. BOEKHOLT N.V.
GRONINGEN
AMSTERDAM ROTTERDAM

Draadricht- en afkortmachines
fabr. Koch

Vertegenwoordiger:

METALLO
HELMOND - HOLLAND
Telefoon 2517

MACHINE ZAAGBLADEN „MANITOU-GOLD"
uit hooggelegeerd sneldraaistaal

Importrice
LEERING N.V.
Boekeloseweg 208
Hengelo (O).
Tel. K 5400 - 2454
Vraagt prijslijst!
Ook voor de handel.

CALTEX

CALTEX

SMEERMIDDELEN

VOOR ELK DOEL

Besparen U geld!

N.V. Algemeene Verzekering Mij

„Providentia" Anno 1897

Afdeling: Machinebreukverzekering

Herengracht 124-128 — AMSTERDAM — Telef. 40970-48259

Uw machines zijn een kostbaar bezit

•

Reparatiekosten duur

•

Laat „Providentia" Uw schaden dragen

MASSA DRAAI- EN STAMPWERK

- Automatendraai-
- Boor-
- Frais-
- Tap-
- Schaaf-
- Slijpwerk
- Stempels
- Boutjes
- Moeren
- Draadeinden
- Stekkerpennen
- Onderdelen volgens model of tekening

dB

Technische Metaalproducten

Binnenhavenstraat 12

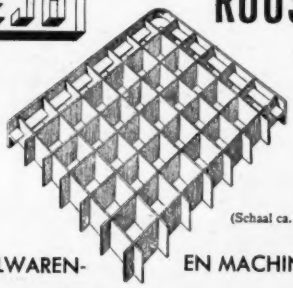
HENGELO (O).

DE BOER

Telef. K 5400 - 2175-4916

DEJO

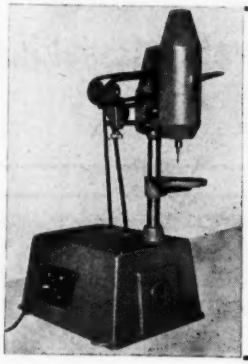
ROOSTERS



(Schaal ca. 1:2,25)

METAALWAREN- EN MACHINEFABRIEK

M. C. DE JONGE - SMILDE - TEL. 125



TAPMACHINES

•

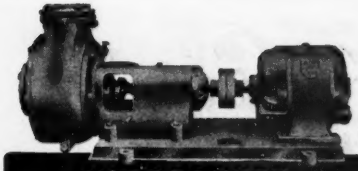
8 mm messing
6 mm automatenstaal
zeer geschikt
voor
massa-tapwerk

•

Nadere bijzonderheden bij de fabrikant:

B. JOCKER, ROTTERDAM

Vredehofstr. 76 - Tel. 22077



HA-ES POMPEN

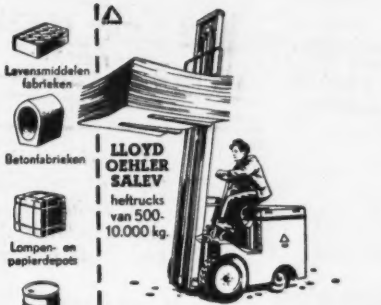
De zelfaanzuigende pomp, die zichzelf verdient — Gering krachtverbruik
Geschikt voor diverse vloeistoffen
Vraagt prospectus en nadere gegevens

N.V. MEPPELER MACHINEFABRIEK EN TECHNISCHE HANDELSMIJ
v/h F. F. HUISMAN - MEPPEL

N.V. ANKER- EN KETTINGFABRIEK
„SCHIEDAM"

★

BUITENHAVENWEG 94 - TEL. 69141 - SCHIEDAM



Intern transport
Coördineert
Arbeidsvermogen

TOMLINSON „roadster"
— Levensmiddelenbezorging
Confectie-industrie
Steenfabrieken
Veem- en factory bedrijven.

ICA NIEUWE GRACHT 35 Postbus 112 - Tel. 19075-12406 UTRECHT

Korte leverTijden!

NIEUW!

FIELDEN TEKTOR

Geeft de eenvoudigste oplossing voor alle niveau regelingen, zowel van vloeistoffen als vaste stoffen.
Electronisch capacitief meetprincipe.
Vraagt Cat. 203T.
Ing. Bureau WITTICH & VISSER
Laan v. Meerdervoort 704 - Den Haag
Tel. 339963

A. DE HOOP N.V.
ROTTERDAM

UIT ONS PRODUCTIE PROGRAMMA:

ELECTRISCHE TACHOMETERS

Voor het aangegeven van snelheid en richting van draaiende assen b.v. schroefas van een schip. Elke tachometer bestaat uit een kleine gelijkstroomdynamo en één of meerdere (zonodig 10 stuks) draaispoelaanwijsinstrumenten met volkomen evenredige schaalverdeling. Zelfregistrerende tachometers zijn eveneens leverbaar. Naast scheepsgebruik zijn vele industriële toepassingen mogelijk, zoals b.v. het controleren van de snelheid van de papierbaan in papierfabrieken, het afleezen van de rijsnelheid van electrische treinen, enz.

ELECTROTECHNISCHE FABRIEK
WILLINGESTRAAT 2 - TEL. 79600 - (10 L.)

„JOHNSON"
OLIEBRANDERS
VOOR CENTRALE VERWARMING EN INDUSTRIE
IMPORTEURS SINDS 1930
HERINGA & WUTHRICH
HAARLEM

Pioneering Research and Development Since 1914
AMERICAN CHEMICAL PAINT COMPANY
AMBLER, PENNA.
ACP
Manufacturers of Metallurgical, Agricultural and Pharmaceutical Chemicals

★ *ACP chemicaliën voor de volgende metaalbehandelingen verzekeren de beste resultaten!*

Aluminium

reiniging ..... DEOXIDINE
bescherming tegen corrosie .....ALODINE
voorbehandeling v/h lakken ..... ALODINE

IJzer en Staal

reiniging ..... DEOXIDINE
fosfateren ..... DEOXIDINE
DURIDINE
GRANODINE
beitsremmen ..... RODINE
corrosie bescherming v. ongeverfd
metaal ..... PEROLINE
roestverwijdering ..... DEOXIDINE
soldeervloeimiddel ..... FLOSOL

Zink- en Gegalvaniseerd ijzer

reiniging ..... DURIDINE
fosfateren (voorbehandeling v/h lakken)
LITHOFORM
soldeervloeimiddel ..... FLOSOL
NOACID

Koper

reiniging ..... DEOXIDINE
DURIDINE
(voorbeh. v/h lakken) ..... CUPROTEK
soldeervloeimiddel ..... FLOSOL

INLICHTINGEN
PROEFBEHANDELINGEN
bij

N.V. MAVOM - LEIDEN

OUDE SINGEL 248

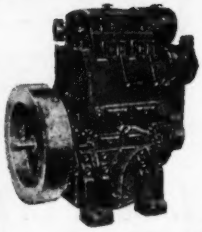
CHEMICALS ACP PROCESSES

CHEMICALS ACP PROCESSES

Lister

„FREEDOM"
DIESELMOTOREN

★ Moderne constructie
★ Robuste bouw
★ Zeer betrouwbaar
★ Geheel ingesloten
★ Gemakkelijk toegankelijk



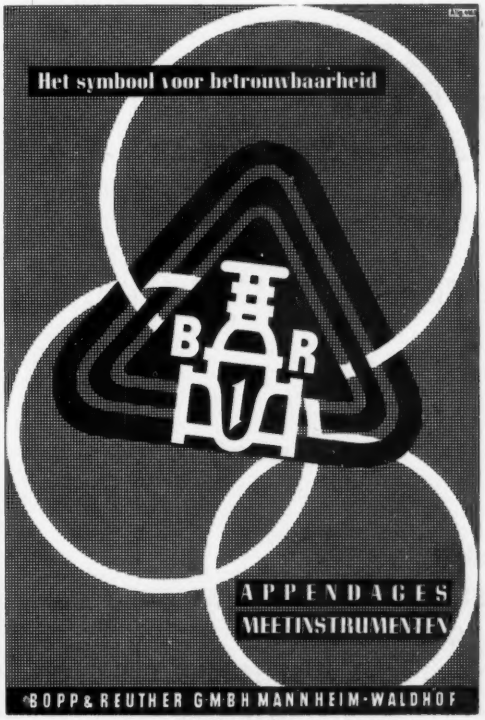
TYPE FR 2 - 18 P.K.

BRINKMANN & NIEMEIJER N.V.
DORDRECHT ZUTPHEN GRONINGEN

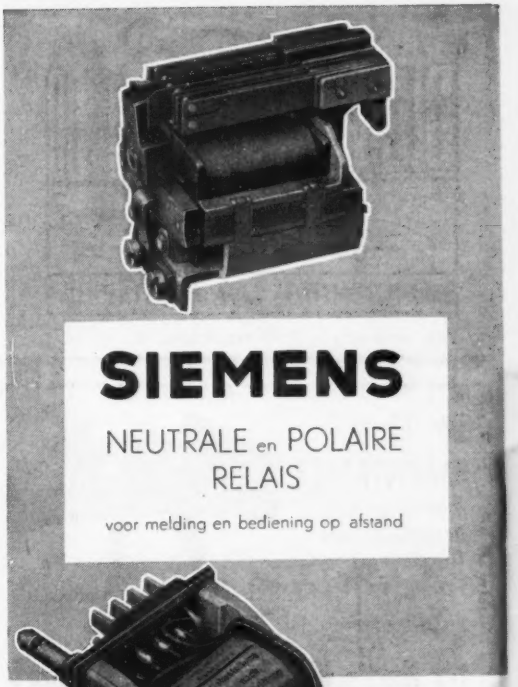
- Gewapende betonwerken
- Utiliteitsbouw
- Waterbouwkundige werken
- Wegenbouw

N.V. BETONBOUW - HOOGKERK
v.h. Fa. Kool en Wildeboer
Tel.: K 5908 - 341 - 342
HOOGKERK (Gr.)

INGENIEURSBUREAU SCHRETLEN & GIESKES
v/h Ingenieursbureau DRIESSEN
Goudsesingel 56 — ROTTERDAM — Telefoon 20742



Vertegenwoordigd door **OVING, Rotterdam** TECHNISCHE AFDELING



SIEMENS

NEUTRALE en POLAIRE
RELAIS

voor melding en bediening op afstand

De hoge nauwkeurigheid en gevoeligheid van de

SIEMENS
RELAIS

is ook nog na zeer veel schakelingen gewaarborgd.
Ondanks de kleine afmetingen zijn de relais robuust gebouwd en ongevoelig voor trillingen en veranderingen in temperatuur.
In de practijk is de uniforme opbouw van de verschillende relaistypen een groot voordeel.

Nadere inlichtingen worden gaarne verstrekt.

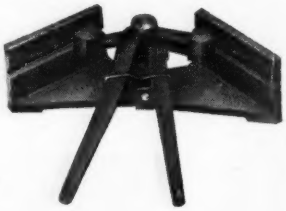
NEDERLANDSCHE SIEMENS MAATSCHAPPIJ N.V.
RIJNSTRAAT 24, 's GRAVENHAGE - TEL. 723810

Van Stolkweg 9, 's-Gravenhage, Tel. 550320

Iets Nieuws!

HAAKSSPANNER

de onmisbare spanner voor laswerk- buis- en profielijzer



Vraagt prospectus

ter Hart's Kleinindustrie - Terborg

U. S. M.

Uitvoering Sloopwerken en Metaalhandel te Stampersgat (N.-Br.)

NOORDZEEDIJK 132—140 • TELEFOON 248 en 300 (K 1651)

GROOTHANDEL IN NIEUWE EN HERBRUIKBARE MATERIALEN t.w.:

PLAATIJZER
STRIPPEN
RIJPLATEN
PIJPEN EN BOCHTEN
RAILS
VOETBLOKKEN EN SCHIJVEN
BALKEN I - U - DIN - AM. PROFIEL
PLAT - ROND - VIERKANT - HOEK - ZESKANT
OPSLAGTANKS
STOOMKETELS ETC.

CHEPRO Ingenieurs- en Handelsbureau

UBBERGSCHEVELDWEG 3 — TELEFOON K 8800—22617
POSTBUS 64, — NIJMEGEN — HOLLAND

★

WIJ LEVEREN:

de bekende ZEILFELDER DIKSTOF VERDRINGINGSPOMPEN,

met en zonder koel- of verwarmingsmantel — met en zonder electromotor — of met vaste en losse riemschijf. Dito tandwielpompen.

HAVRY C.V.

TECHNISCH BUREAU EN MACHINEFABRIEK

LOOSDUINEN

Tel.: K. 1700 — 396135

SPECIAAL MACHINES

VEREN

Techn. veren voor:
- MOTORRIJWIELEN
- RIJWIELEN
- MACHINEFABRIEKEN
- SCHEEPSWERVEN
- LANDBOUWWERKTUIGEN
- ELECTROTECHNIEK ENZ.

VERENFABRIEK ATLAS N.V.

AMSTERDAMSESTRAATWEG 31 — MAARSSEN (U.)
TEL. K 3408—383

N.V. Staaldraadkabel- en Herculestouwfabriek

v.h. J. C. DEN HAAN

GORINCHEM

VICTOR PRODUCTS LIMITED

WALLSEND—ON—TYNE — ENGELAND

droger voor perslucht →

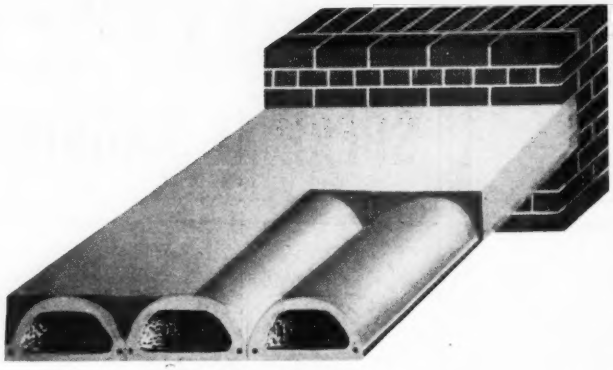
met

← wateraftap

Vertegenwoordigers:

N.V. Ingenieursbureau v/h J. M. C. van Borselen & Co,
Lange Poten 15 A — 's-Gravenhage — Telefoon: 114308

BETON ARME SANS COFFRAGE



DE IDEALE VLOERCONSTRUCTIE DOOR:

- Lage kostprijs
- Gebruik van bekisting overbodig
- Laag eigen gewicht
- Besparing op stucadoorswerk
- Besparing op dekvloeren
- Snelle uitvoering
- Beperking van werkzaamheden
- Grote stijfheid van de constructie
- Eenvoudige berging van leidingen in vulbeton

N.V. ROTTERDAMS BETON- EN GRONDBEDRIJF

BOERGOENSEVLIET 74 — ROTTERDAM — TELEFOON 73289

Uitvoering van gewapend beton- en grondwerken

SMEEDWERK

Alle voorkomend smeedwerk.
Stukgewicht tot ca. 15 ton.
Uitgelegeerde of ongelegeerde staalsoorten.
Matrijswerk.

N.V. KONINKLIJKE NEDERLANDSCHE
GROFSMEDERIJ
LEIDEN

MAAG
ZURICH

★

Tandrad steek- en slijpmachines
Tandrad contrôle-apparaten
Tandradoverbrengingen
Tandradpompen voor elke vloeistof

★

Alleenvertegenwoordiger voor Nederland:

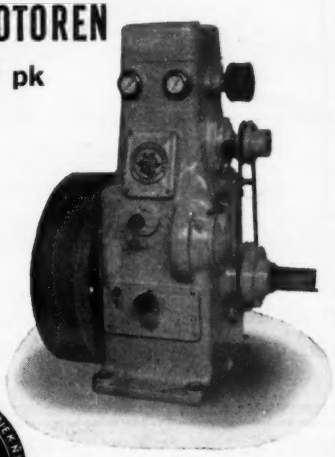
INGENIEURSBUREAU ir P. J. PLAISIER

NASSAU ZUILENSTEINSTRAAT 13/15 — DEN HAAG
TELEFOON 776794/5/6

„SMIT"

DIESELMOTOREN

10-40 pk



Telefoon: K 1859-441

SINEX-SYNTRON

I.M.C.O HOLLAND

VIBRATOREN

van 20 tot 2000 Watt

OP SILOS, BUNKERS, EN TRECHTERS

voorkomen

BRUGVORMING EN VERSTOPPING

bevorderen

VLOTTE AFVOER

van elk poedervormig product!

N.V. IMCO - HOLLAND

TELEFOON 11.66.60—11.68.26

LAAN VAN MEERDERVOORT 2 A — DEN HAAG

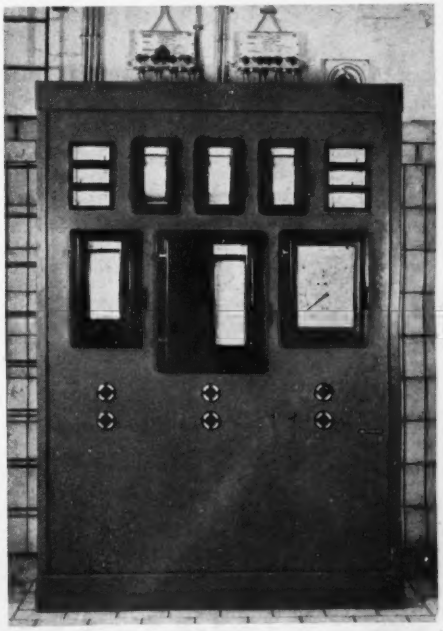
Geen energieverspilling

door betere contrôle in Uw ketelhuis en bedrijf

met

meetinstallaties

van:



HARTMANN & BRAUN A-G **FRANKFURT/MAIN**

Vertegenwoordigd door:

N.V. voorheen RUHAAK & Co. - Korte Vijverberg 4 - Den Haag

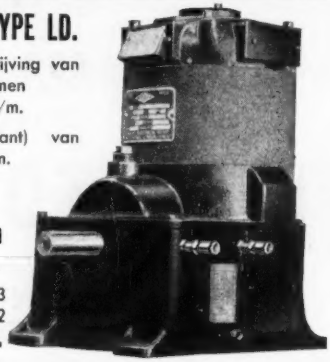
NECO MOTOR, TYPE LD.

Speciaal voor aandrijving van regelmechanismen
Koppel 1.6 kg/m.

Toerentallen (Constant) van 2 tot 24 opm.

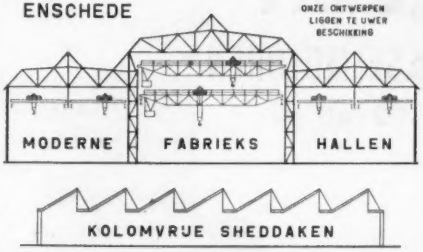
*

Techn. Bureau Electra
W. M. BRANDT
Oude Varkenmarkt 3
Leiden — Tel. 24352



RÖRINK & VAN DEN BROEK
CONSTRUCTIEWERKPLAATSEN
ENSCHEDE

ONZE ONTWERPEN LIGGEN TE UWER BESCHIKKING



WERF DE NOORD
ALBLASSERDAM
HOLLAND

*

Nieuw Bouw tot 12.000 ton en reparatie op 2 langs hellingen van 80 m lang.

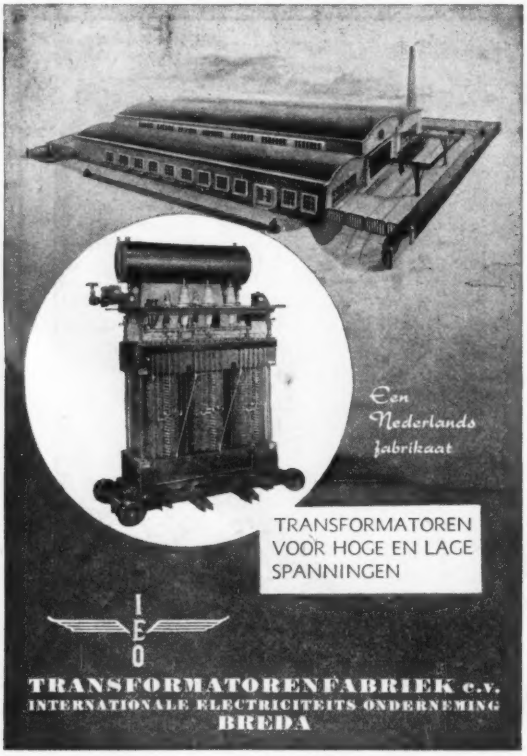
SNELREGELAARS • REMHEFMAGNETEN • CONTROLLERS • ELECTROMOTOREN

fabr. RETA ELEKTRA — fabr. ADLER — fabr. PAPE & OLBERTZ — fabr. DORNHOFF & CO.

Alleenvertegenwoordiging voor Nederland

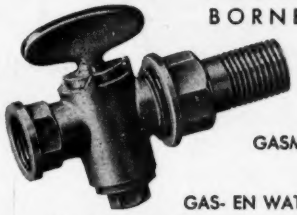
VAN DER LEUN'S TECHNISCHE ONDERNEMING, SLIEDRECHT

Kerkstraat 11-13 — Telefoon 151



Fa. BONS en EVERS

BORNE - Tel. K 5409-548



Fabrikant van

GASMETERKOPPELINGEN

GAS- EN WATERLEIDINGKRANEN

Verder diverse heel en halffabrikaten volgens model of tekening, alles in WARMGEPERSTE UITVOERING

J.E. STORK

RINGVENTILATOREN VOOR UW BEDRIJF

DEN HAAG

JUNGSTRAAT 35 • TELEFOON 172223

ELECTRISCHE MODELMAKERIJ „EGEM"

GEUZENWEG 52 — HILVERSUM — TELEFOON 8910

Het adres voor alle voorkomende

Gietmodellen in hout en aluminium

Tevens goed bekend met Paspijpen. Engelse modellen en Trekplanken (schablonen).

Vraagt vrijblijvend advies. Korte levertijd.

Inkoop van alle oude metalen

Oud ijzer - Oude Accu's - Sloopwerk - Spoorwegmateriaal - Schepen om te slopen - Bruikbaar ijzer

L. M. KALFSVEL, Bestevaerstraat 10, AMSTERDAM (W.)

Opslagplaatsen:

Gelderse kade 79, Tel. 42466 — Bickersgracht 36—42

Oliebranders voor alle typen verwarmingskachels - huiskachels - schoolkachels, enz.

Industriebranders o.a. voor kopersmeltovens - galvanische industrie - scheeps- en constructiebouw.

Uit voorraad leverbaar

N.V. Technische Handel-maatschappij Van Diepenburgh, Vroomshoop

ROLEI

LOPENDE BAND INSTALLATIES

voor vervaardiging, sortering, montage en verpakking van kleine artikelen, onderdelen en accessoires in alle takken van Industrie.

Speciale constructies voor ieder doel

- Demonteerbare, stabiele pijpconstructies
- Traploze regeling van de bandsnelheid
- Snelle en eenvoudige montage
- Gemakkelijk verplaatsbaar

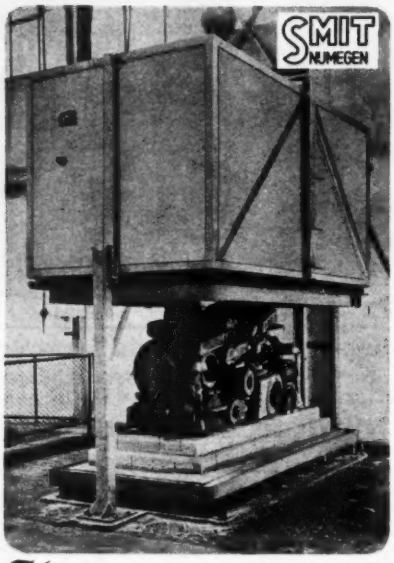
Prospectus op aanvraag

HANDELSONDERNEMING NOODER

MARGRIETSTRAAT 18 — DEN HAAG — TEL. 396527

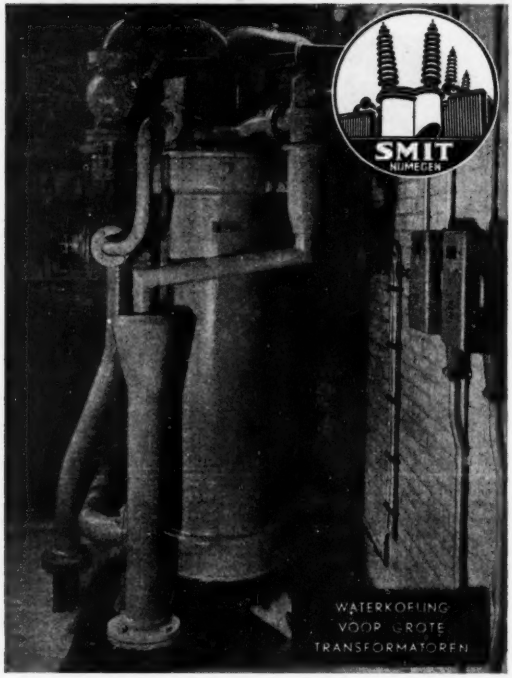
BOLNES

de eenvoudige standaardmotor



Klokovens
voor staalveredeling

WILLEM SMIT & CO'S TRANSFORMATORENFABRIEK N.V.
NIJMEGEN



Groenevelt's Compressoren N.V.
capaciteiten van 4—45 M³/ uur effectief
werkdruk van 8—30 atmosfeer.
DIEREN — MIDDELHOVENSTRAAT 7 — HOLLAND
ALS U DAAR DE LUCHT VAN KRIJGT...!

INDUSTRIEMAGNETEN
Steinert-Elektromagnetbau
Ingenieurs - bureau
J. LEENAARS
Beek bij Nijmegen
Tel. 230 (K 8805)
Opspanplaten-magneettrommels.
IJzerafscheiders - lastmagneten.
Tot de grootste afmetingen.

SPECIALITEIT IN
EINDLOOS
GEWEVEN
TRANSPORTBANDEN
EN DRIJFRIEMEN
Th. Ammeraal
DORPSSTR 271 - WORMER
TEL. 309 en 215 (K 2982)

ROTTERDAM
TEL. 26508
Van Vreeswijk
Voor Verwarming
DEN HAAG
TEL. 779439

RÖNTGEN TECHNISCHE DIENST
voor niet-destructief
Materiaal-Onderzoek
en levering van niet-destructieve
Contrôle-Apparaten

HOOFDKANTOOR: OOST-SIDELINGE 217, OVERSCHIE

STALEN STAPELBAKKEN

voor MAGAZIJN

*

voor TRANSPORT

N.V. DE VEREENIGDE BLIKFABRIEKEN

Damrak 28-30 - Amsterdam-C - Tel. 64841 (4 lijnen)

„Ceha" HYDROPHOOR INSTALLATIES

Voor Stal- en Huiswatervoorziening in alle capaciteiten

Uitgevoerd met een zodanig vernuftige techniek en kwaliteit, dat wij U een schriftelijke garantie kunnen geven van 10 jaar.

Motor en pomp 1500 toeren, dus weinig slijtage. Bovenstaand afgebeelde installatie van 200 Ltr inh.

Uit voorraad leverbaar.

FABRIKANT **HOUWELING**

UTRECHT, Leidseweg 1 c
Telefoon 21630

ROTTERDAM, Bolwerk 10
Telefoon 27570—23067.

DE ZAAK MET DE BESTE SERVICE

WSW

VENTILATOREN
WANDLUCHTVERHITTERS
AFZUIGINSTALLATIES
AIRCONDITIONING
ONTVOCHTIGINGSINSTALLATIES
STOFFILTERS EN CYCLONEN
LUCHTKOELERS
SMEDERIJ INSTALLATIES
VERFSPUITCABINES
LASTAFELS

MACHINEFABRIEK
DE WIERICKE N.V.
BOXMEER - Fabrieksstr. 2 - Tel. 245-246 - Telex 249

N.V. KON. MIJ. „DE SCHELDE"

KILKADE 11 AFDELING: DORDRECHT TEL. 3610 EN 5888

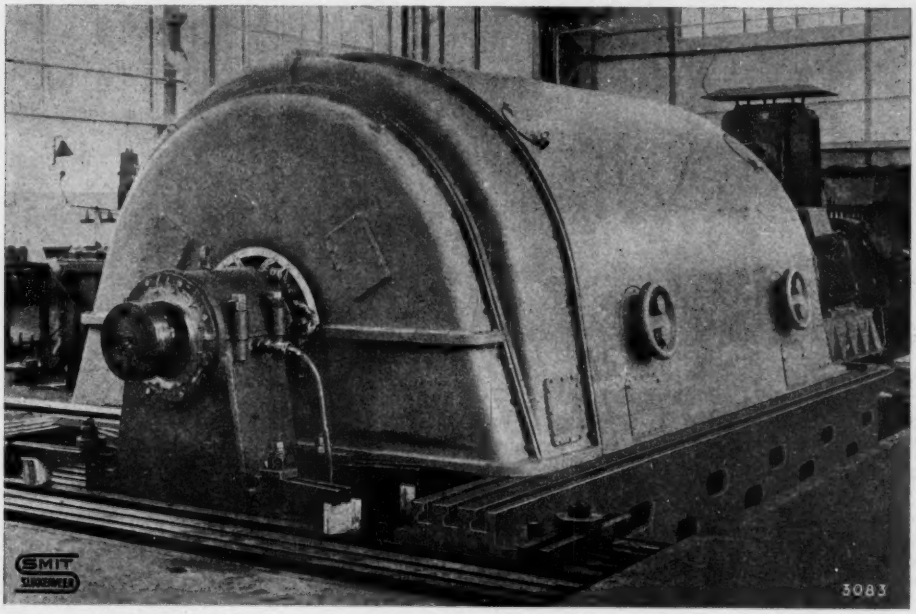
MEUBILAIR
PLAATWERKEN
KOELSPIRALEN
VENTILATIEKOKERS
CONSTRUCTIEWERKEN

MASTEN
DEKHUIZEN
REDDINGBOTEN
SCHOORSTENEN
TOE- EN AFVOERKAPPEN

VERVAARDIGD VAN LICHTMETAAL OF STAAL

ANODISCH OXYDEREN VAN LICHTMETAAL

ADVIEZEN VOOR LICHTMETAAL CONSTRUCTIES



SMIT SLIKKERVEER

TURBOGENERATOR 60.000 kVA, bestemd voor G.E.B. Rotterdam, op onze proefstand.

REEF'S

AANNEMING- EN HANDEL-MAATSCHAPPIJ n.v.

WEGEN-, GROND- en WATERWERKEN

OLDENZAAL
Telefoon 387
Steenstraat 71

VOORBURG
Telefoon 778724
Park Leeuwenstein 1